

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA

300

PARKANON TUTKIMUSASEMA



METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ SEINÄJOELLA 1987

Parkano 1988

Kansikuva:

Tulenlieskojen 900 °C kuumuudessa typpeä oksidoiduu ilmaan, mutta silti käyttökelpoisen typen määrä nousee maassa.

Kulotuksen seurauksena tuhonaiheuttajat kuolevat, pH nousee yhdellä yksiköllä, ravinteita vapautuu runsaasti ja pieneliötoiminta vilkastuu.

Iltaan hiipuva kulotusala on seesteisen rauhallinen mutta seuraavan päivän tuulesa vaarallisimmillaan.

Kulotusalojen taimikot ovat terveimmät ja hyväkasvuisimmat.

(Kuvat maantutkimusosastolta.)

METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN
 TIEDONANTOJA 300
 Parkanon tutkimusasema

METSÄNTUTKIMUSLAITOS
 Jalostusosasto

METSÄNTUTKIMUSPÄIVÄ SEINÄJOELLA 1987

SISÄLLYS

Seppo Kaunisto METSÄOJITETTUJEN TURVEMAIDEN RAVINNEVARAT	3
Markku Saarinen SUONPOHJIEN METSITYSTUTKIMUKSET	10
Teuvo Levula KULOTUS JA MUOKKAUS MAANKUNNOSTUSMENETELMINÄ	15
Erkki Ahti TALVILANNOITUKSEN VAIKUTUS RAVINTEIDEN HUUHTOUTUMISEEN OJITETULTA SUOLTA	31
Olavi Laiho MÄTÄSTYS JA SEN KEHITYSNÄKYMÄT	32
Kaarlo Kinnunen MÄNNYN KYLVÖN ONNISTUMINEN ERI MENETELMIN	44
Eira-Maija Savonen SIEMENTEN LAADUN TESTAAMINEN JA SIEMENERÄN KUNNOSTAMINEN..	53

ISBN 951-40-1003-5

ISSN 0358-4283

LUKIJALLE

Parkanon tutkimusaseman tutkimuspäivä järjestettiin viime joulukuussa Seinäjoella. Se oli tarkoitettu erityisesti Etelä-Pohjanmaan metsäammattiväelle. Osanottajia oli 250.

Esitelmät on nyt saatettu kirjalliseen asuun ja niissä on otettu huomioon keskusteluissa esitetyt näkökohdat. Mahdollisuuksien mukaan niitä on muutenkin täydennetty. Esitelmien käsikirjoitukset ovat tarkastaneet professorit Erkki Lähde, Eino Mälkönen ja Eero Paavilainen, kukin oman tutkimusalansa osalta.

Tapahtumien vyöry oli kuluneenakin vuonna mittava. Metsälakeja ja organisaatioita uusittiin. Metsäteollisuuden fuusiot jatkuivat, niin myös pörssissä keinottelu. Syksyn puheenaiheita olivat laatuluokituksen kiristyminen ja metsäveron korotussuunnitelmat.

Kaiken hälinän keskellä teollisuus pyöri täydellä kapasiteetilla ja kantohinnat olivat vakaat. Koivun kysyntä oli jo toisen vuoden hyvä. Toivottavasti näin on jatkossakin. Se sekä tervehdyttäisi että helpottaisi metsänhoitoa suuresti.

Hyvin metsänhoidossa toki tähänkin asti on selviydytty. Kasvu on 20 milj. m³ hakkuuta suurempi. Valtakunta kaipaa lisää metsäteollisuutta. Sen tulee olla teknisesti korkeatasoista, taloudellisesti kilpailukykyistä ja kaiken raaka-aineen, lievästi lahonkin hyödyntävää. Lähes joka maakuntaan voitaisiin raaka-aineen puolesta perustaa uusi tehdas. Tehokkaalla asiakaskeskeisellä markkinoinnilla tuotteet menevät myös kaupaksi. Kukaan ei jää ilman puuta, vaikka Suomi lopettaisi viennin, eivätkä markkinat toisaalta Suomen tuotteista tukehdu.

Kiitän Parkanon tutkimusaseman puolesta kaikkia tutkimuspäivän järjestelyihin ja tämän tiedonannon valmisteluihin osallistuneita sekä tutkimuspäivän osanottajia.

Parkanossa 27.5.1988

Olavi Laiho

Tutkimusaseman johtaja

METSÄOJITETTUIJEN TURVEMAIDEN RAVINNEVARAT

Seppo Kaunisto

JOHDANTO

Vuoden 1985 loppuun mennessä oli Suomessa ojitettu soita n. 5,7 milj. ha ja näistä ennen vuotta 1950 n. 0,8 milj. ha (Metsätilastollinen vuosikirja 1986). Valtakunnan metsien seitsemännen inventoinnin (v. 1977-84) mukaan ojitetuista turvemaista oli n. 0,7 milj. ha turvekankaita (Paavilainen ja Tiihonen 1984, 1985).

Useiden tutkimusten perusteella tiedetään, että turvemaidella on vähän kivennäisravinteita, erityisesti kaliumia (Kivinen 1933, 1948, Holmen 1964, Paavilainen 1980, Westman 1981, Kaunisto ja Tukeva 1984). Ojitusten ikääntyessä puustopääoma kasvaa ja sitoo ravinteita. Lisäksi hakkuissa ravinteita poistuu alueelta. Onkin tärkeitä tietää ne ravinneresurssit, joiden varassa puuston kehitys turvemaidella on.

Tässä esityksessä tarkastellaan turpeen ravinnemääriä erilaisilla vanhoilla turvekankailla sekä niiden riittävyttä samoin kuin puuston tuotoksen riippuvuutta ravinnemääristä. Esitys perustuu pääasiassa vielä julkaisemattomaan aineistoon (Kaunisto ja Paavilainen 1988). Ravinnemääriä ja erityisesti kaliumin riittävyttä on osa-aineiston pohjalta tarkasteltu jo aikaisemmin (Kaunisto 1987), joten niiltä osin esitetään tässä yhteydessä vain yhteenveto.

AINEISTO

Tutkimuksessa tarkastellaan turpeen ravinnemääriä 50 ja puuston kasvua 30 Metsäntutkimuslaitoksen suontutkimusosaston toimesta Vesijaon ja Jaakkoinson tutkimusalueisiin perustetulla koealalla. Koealat on ojitettu 55-75 v. ennen ravinnemäärityksiä ja olivat turvenäytteitä otettaessa turvekankaita. Aineistoon sisältyy sekä korpia, rämeitä että nevoja. Kaikkien koealojen puustoja on mitattu useita kertoja ojituksen jälkeen. Kokonaistuotos eri

suotyypeillä vaihteli keskimäärin välillä 210-550 ja kokonaispoistuma välillä 90-310 k-m³/ha kuorineen.

TURPEEN RAVINNEVARAT JA NIIDEN RIITTÄVYYS

Turpeen tiheys oli 2-3 -kertainen vastaavien luonnontilaisten rämeiden turpeen tiheyteen verrattuna. Typpeä ja fosforia oli tutkituilla rämeistä kehittyneillä turvekankailla keskimäärin yli kaksi kertaa niin paljon, mutta kaliumia vain noin puolet siitä, mitä vastaavilla luonnontilaisilla rämeillä. Syiksi esitettiin kaliumpitoisuuden voimakasta vähenemistä turveprofiilissa alaspäin siirryttäessä, kaliumin alttiutta huuhtoutumiselle sekä puuston runsasta kaliumin käyttöä verrattuna turpeessa oleviin kaliumin määriin. Tulosten perusteella näyttää siltä, että pääravinteista erityisesti kaliumista saattaa pitkällä tähtäyksellä tulla turvekankailla puutetta.

Kaliumin riittävyyttä arvioitiin siten, että ajateltiin suoritettavaksi avohakkuu koealoilla ja että kaikki muu paitsi runkokuu ja kuoren mukana poistuva kalium palautuu maahan ja on uuden puusukupolven käytettävissä maassa analysointihetkellä olevan kaliumin ohella. Puuston ravinnemäärien arvioimisessa käytettiin Paavilaisen (1980) aineiston perusteella laskettuja arvoja. Toisen ojituksen jälkeisen puusukupolven arvioitiin kehittyvän Nyyssösen (1954, 1978) toistuvien harvennuksien käsiteltyjen kanervatyypin (CT) ja puolukkatyypin (VT) kivennäismaiden männiköiden mukaisesti.

Tulosten perusteella näyttää siltä, että kalium saattaa loppua toisen ojituksen jälkeisen puusukupolven aikana ja ilmeisesti runsastyypisillä (VSR) turvemaiden nopeammin kuin karuilla (IR), koska eri suotyyppien välillä on vain pieniä eroja kaliumin määrissä, mutta tyyppi nopeuttaa puuston kehitystä ja näin myös kaliumin sitoutumista. On kuitenkin muistettava, että esimerkkitapauksissa isovarpuisella rämeellä oli tuotettu puuta ojituksen jälkeisen ensimmäisen puusukupolven aikana jo 210 k-m³/ha ja varsinaisella sararämeellä 450 k-m³/ha.

Turvetta peitti lähes poikkeuksetta vaihtelevan paksuinen raakahumuskerros, jonka ravinnepitoisuudet olivat yleensä korkeampia kuin alla olevan turpeen. Pinta-alaa kohden lasketut ravinnemäärät olivat kuitenkin vain murto-osa turpeen ravinnemäärästä, koska raakahumuskerroksen tiheys oli erittäin pieni. Raakahumuskerroksella ravinnelähteenä on näin ollen hyvin vähäinen merkitys.

Eräillä nevakoealoilla tarkasteltiin myös fosfori-kali -lannoituksen vaikutusta näiden ravinteiden määriin maassa 33 vuoden kuluttua lannoituksesta (taulukko 1). Taulukon 1 luvuista havaitaan, että fosforin lisäys näkyy vielä jossain määrin turpeen fosforimäärissä, mutta kaliumin osalta määrät maassa ovat mitättömiä lannoitteena annettuihin kaliumin määriin verrattuna. Taulukon 1 luvut osoittavat, että huomattava määrä lannoitteena annetusta fosforista on huuhtoutunut, mutta erityisen voimakasta on ollut kaliumin huuhtoutuminen.

Taulukko 1. Lannoitefosforin ja -kaliumin pidättyminen maahan (0-20 cm) ja puustoon Kaakkosuon nevakoealoilla (Kaunisto ja Paavilainen 1988).

Ravinne							
P, kg/ha				K, kg/ha			
Maassa	a Maassa ja puus- tossa 1)	b Lan- noitus	(a-b)-P lannoit- tamatto- milla koe- aloilla	Maassa	a Maassa ja puus- tossa 1)	b Lan- noitus	(a-b)-K lannoit- tamatto- milla koe- aloilla
86	88	0	0	25	31	0	0
174	194	70	+36	36	107	200	-124
161	177	140	-51	33	89	400	-342
138	155	280	-213	31	92	800	-739

1) Sisältää myös poistuman ravinteet.

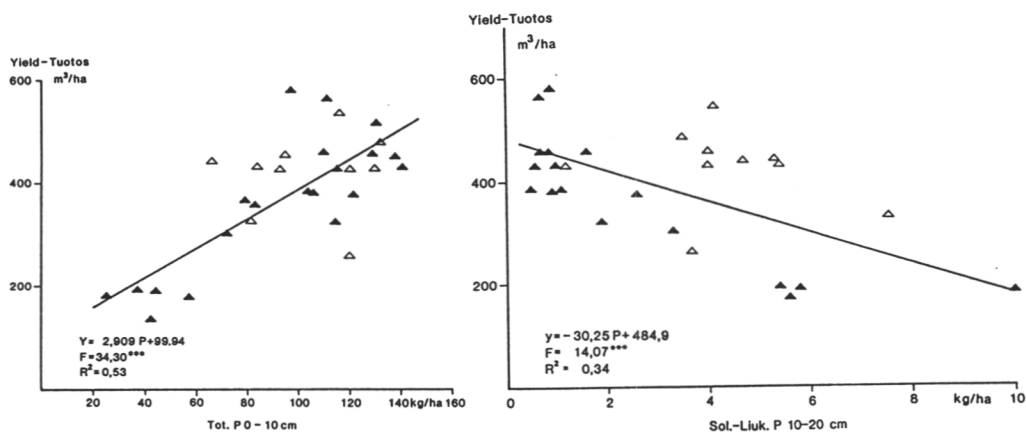
PUUSTON TUOTOS JA TURPEEN RAVINTEET

Taulukossa 2 on esitetty puuston kokonaistuotoksen näytteenottohetkeen mennessä ja turpeen pintakerroksen ravinnemäärien väliset korrelaatiokertoimet. Erityisesti kiinnittää huomiota puuston kokonaistuotoksen ja turpeen kokonaisfosforin ja typen määrän välillä oleva kiinteä positiivinen ja kokonaistuotoksen ja liukoisen fosforin määrän välinen negatiivinen riippuvuus (taulukko 2, kuva 1, ks. myös Holmen 1964). Lisäksi tuotos oli varsin vähän riippuvainen kaliumin määrästä turpeessa, vaikka edellä onkin todettu, että kaliumia oli turpeessa erittäin vähän.

Turpeen fosfori samoin kuin typpikin on turpeessa pääosin orgaanisesti sidottuna (Kaila 1956). Kumpaakin ravinnetta vapautuu turpeesta kasveille käyttökelpoiseen muotoon lähinnä mikrobitoiminnan avulla. Typpeä ja fosforia on todettu vapautuvan orgaanisesta aineesta samassa suhteessa kuin niitä siinä on (Alexander 1961). Jos verrataan fosforin ja typen määrien suhdetta turpeessa näiden suhteeseen puustossa, todetaan, että turpeessa N/P-suhde on moninkertainen puuston N/P-suhteeseen verrattuna, kuten seuraavasta ilmenee: N/P turpeessa 25-33 (Kaunisto ja Paavilainen 1988), N/P puustossa 7-9 (Holmen 1964, Paavilainen 1988). Tulosten perusteella näyttää siltä, että tilanteessa, jossa typpeä mineralisoituu turpeesta puustolle sopivasti, kärsii puusto vielä jossain määrin fosforin vajauksesta. Sen sijaan verrattain vähäinenkin kaliumin määrä riittää turvaamaan puuston kasvun, koska se on turpeessa lähes täydellisesti vaihtuvassa tai vesiliukoisessa muodossa.

Taulukko 2. Kokonaistuotoksen ja turpeen ravinnemäärien (kg/ha) väliset korrelaatiokertoimet (Kaunisto ja Paavilainen 1988).

Turve- kerros cm	Kokonais-						Liuk.	Vaiht.
	N	P	K	B	Cu	Zn	P	K
0-10	.616***	.730***	.373*	.409*	.535**	-.386*	-.457**	.318
10-20	.411*	.519**	.251	.235	.397*	-.573***	-.585***	.010
0-20	.562**	.651***	.251	.327	.337	-.565***	-.529**	.146



Kuva 1. Puuston kokonaistuotoksen riippuvuus turpeen kokonaisfosforin ja liukoisen fosforin määristä turpeessa (Kaunisto ja Paavilainen 1988).

PÄÄTELMIÄ

Lähinnä orgaanisesti turpeeseen sitoutuneet typpi ja fosfori näyttävät määrittävän turvemaiden puuntuotospotentiaalin perustason. Mikrobin hajotustoiminta muuttaa tyyppiä ja fosforia kasveille käyttökelpoiseen muotoon siinä suhteessa kuin niitä turpeessa on. Koska suhteessa tyypeen fosforia vapautuu turpeesta vähemmän kuin puustoon sitoutuu, saattaa erityisesti runsastyyppisillä turvemaidella ilmetä fosforin puutosta tyypeen nähden. Kaliumia on turvemaidella verrattain vähän puuston tarvitsemaan kaliumin määrään verrattuna.

Ojituksen ikääntyessä ja turpeen tiheyden lisääntyessä typen ja fosforin määrä tietyn paksuisessa pintaturvekerroksessa lisääntyy ojittamattomaan verrattuna, mutta kaliumin määrä vähenee. Tästä seuraa, että pitkällä aikavälillä kaliumista saattaa tulla puutetta tyypeen ja fosforiin verrattuna. Tämä tapahtuu todennäköisesti nopeammin runsastyyppisillä soilla, koska kasvu on typen ja fosforin vauhdittamana suhteellisen nopeata.

Koska kalium on turpeessa lähes täydellisesti puustolle käyttökelpoisessa muodossa kasvillisuus kykenee käyttämään sen "loppuun",

mistä edelleen seuraa, että kaliumin puute saattaa ilmetä yht'äkkisenä, kunnes sitä taas palautuu kuolleiden kasvinosien mukana maahan. Kalilannoitteen vesiliukoisuudesta johtuen sitä ei ole järkevää yrittää lannoittaa "varastoon".

Ravinteiden, erityisesti kaliumin, riittävyttä tulee tarkkailla erityisesti vanhoilla ojitusalueilla ja entisillä avosoilla ja nevamaisilla suotyypeillä. Sen lisäksi pitäisi välttää toimenpiteitä, jotka tarpeettomasti aiheuttavat ravinteiden poistumista kasvupaikalta, kuten esim. kokopuukorjuuta. Edelleen tulisi pyrkiä kehittämään hidasliukoisia kalilannoitteita.

KIRJALLISUUS

- Alexander, M. 1961. Introduction to soil microbiology. John Wiley & Sons, Inc. 472 s.
- Holmen, H. 1964. Forest ecological studies on drained peatland in the province of Uppland, Sweden. Parts I-III. *Studia Forestalia Suecica* 16. 236 s.
- Kaila, A. 1956. Phosphorus in various depths of some virgin peatlands. *Selostus: Fosforista eräitten luonnontilaisten soitten eri kerroksissa. Journal of Scientific Agricultural Society of Finland* 28(2):90-104.
- Kaunisto, S. 1988. Metsäojitettujen turvemaiden ravinnevaroista ja niiden riittävydestä. *Suolehti* 39(1). Painossa.
- & Paavilainen, E. 1988. Nutrient stores in old drainage areas, their sufficiency, and tree growth. *Seloste: Turpeen ravinnevarat vanhoilla ojitusalueilla, puuston kasvu ja ravinteiden riittävyys. Käsikirjoitus. Julkaistaan sarjassa Communicationes Instituti Forestalis Fenniae.*
 - & Tukeva, J. 1984. Kalilannoituksen tarve avosoille perustetuissa riukuasteen männiköissä. *Summary: Need for potassium fertilization in pole stage pine stands established on bogs. Folia Forestalia* 585. 40 s.
- Kivinen, E. 1933. Suokasvien ja niiden kasvualustan kasvinravintoainesuhteista. *Acta Agraria Fennica* 27. 141 s.
- 1948. *Suotiede. Werner Söderström Oy. Porvoo-Helsinki.* 219 s.

Metsätilastollinen vuosikirja. 1986. Folia Forestalia 690. 235 s.

Nyysönen, A. 1954. Hakkauksilla käsiteltyjen männiköiden rakenteesta ja kehityksestä. Summary: On the structure and development of Finnish pine stands treated with different cuttings. Acta Forestalia Fennica 60(4). 194 s.

- 1978. Metsän arvioiminen. Teoksessa: Tapion taskukirja, 18. painos. K. J. Gummerus Oy. Jyväskylä. s. 233-267.

Paavilainen, E. 1980. Effect of fertilization on plant biomass and nutrient cycle on a drained dwarf shrub pine swamp. Seloste: Lannoituksen vaikutus kasvibiomassaan ja ravinteiden kiertoon ojitetulla isovarpuisella rämeellä. Communicationes Instituti Forestalia Fenniae 98(5). 71 s.

- & Tiihonen, P. 1984. Etelä- ja Keski-Suomen suometsät vuosina 1951-1981. Summary: Peatland forests in Southern and Central Finland in 1951-1981. Folia Forestalia 580. 20 s.

- & Tiihonen, P. 1985. Keski- ja Pohjois-Pohjanmaan sekä Kainuun suometsät vuosina 1951-1983. Summary: Peatland forests in Keski-Pohjanmaa, Kainuu and Pohjois-Pohjanmaa in 1951-1983. Folia Forestalia 617. 19 s.

Westman, C. J. 1981. Fertility of surface peat in relation to the site type and potential stand growth. Seloste: Pintaturpeen viljavuustunnukset suhteessa kasvupaikkatyypin ja puuston kasvupotentiaaliin. Acta Forestalia Fennica 172. 77 s.

SUONPOHJIEN METSITYSTUTKIMUKSET

Markku Saarinen

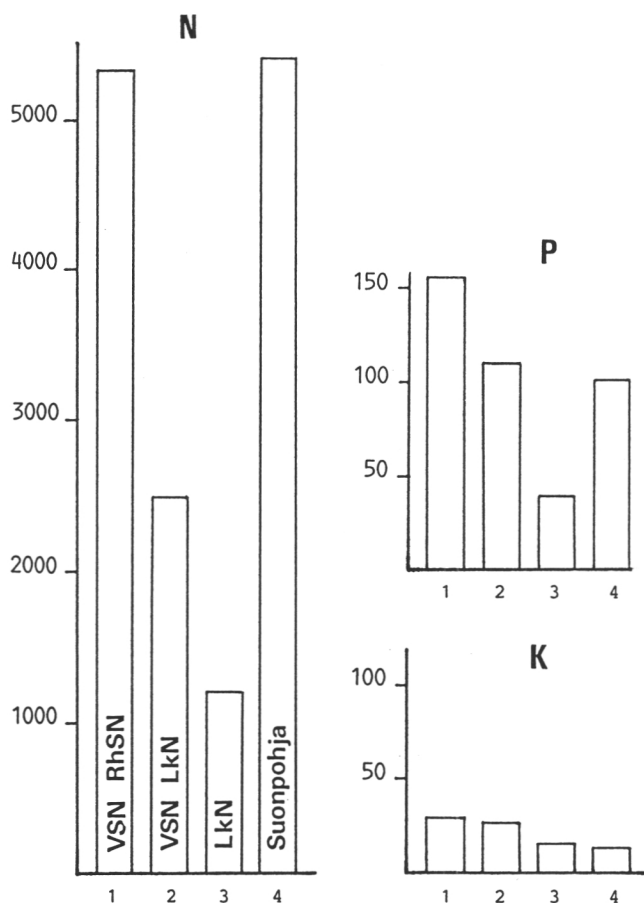
Turveteollisuuden käyttöön otetun suoalueen tuotantoaika on n. 15-20 vuotta. Koska turvetuotannon laajeneminen nykyisiin mittoihin alkoi vasta 1970-luvulla, lisääntyvät tuotannosta vapautuvien suonpohjien pinta-alat merkittävästi 1990-luvun alusta lähtien. Vuoteen 2000 mennessä arvioidaan maassamme olevan n. 25 000 - 30 000 ha kyseisiä jättömaita (Tervo 1987).

Elokuussa 1986 laativat Vapo Oy ja metsähallitus yhdessä metsäntutkimuslaitoksen kanssa tutkimussopimuksen, jonka tavoitteena oli laajentaa ja täydentää suonpohjilla jo aiemmin toteutettua koetoimintaa. Tulosten perusteella laaditaan ohjekirja, jota voivat käyttää hyväkseen turvetuottajat, julkinen ja yksityinen metsätalous, ympäristöhallinto sekä soitaan turvetuottajille vuokranneet yksityiset maanomistajat.

VANHAT SUONPOHJAKOKEET

Yksi vanhimmista suonpohjan metsityskokeista perustettiin jo 1953 Kihniön Aitonevalle. Vuonna 1964 perustettiin vielä kaksi koetta, mutta laajempi ja systemaattinen koetoiminta alkoi vasta kymmenen vuotta sitten (Kaunisto 1985a). Tähän mennessä on tutkittu mm. maanparannusaineiden kuten kivennäismaan ja kalkin käyttöä, tuhkalannoitusta sekä väkilannoitteiden vaikutuksia. Edelleen on selvitetty maanmuokkauksen vaikutuksia, koivun luontaista uudistumista, juuriston syvyysjakaumaa ja -ulottuvuutta sekä mitattu koivikoiden runkopuu- ja biomassatuotoksia. Vanhimmilla kokeilla tutkittiin myös männyn sienijuurten eli mykorritsojen merkitystä ja kehittymistä.

Koetoiminnan tärkeimpänä kysymyksenä on ollut suonpohjien turpeelle ominaisen voimakkaan ravinne-epätasapainon korjaaminen metsänkasvatuksen edellytysten mukaiseksi. Kuvasta 1 käy ilmi kaliumin ja fosforin kokonaismäärien suhteet typen määrään turpeen 20 cm:n pintakerroksessa eräillä avosoilla (Kaunisto 1988), sekä suon-



Kuva 1. Typen, fosforin ja kaliumin kokonaismäärät ojitetuilla avosoilla (Kaunisto 1988) ja turvetuotantoalueen suonpohjalla (kg/ha 20 cm:n pintakerroksessa).

VSN = varsinainen saraneva
 RhSN = ruohoinen saraneva
 LkN = lyhytkortinen neva

pohjaturpeella. Kivennäisravinteiden vajuus tyypeen nähden saattaa suonpohjien hyvin maatuneilla turpeilla olla avosoidenkin ravinneepätasapainoa kärjistyneempi. Kun turvekerros on korjuun jälkeen jäänyt paksuksi, rajoittuvat ravinnetalouden parantamiseen tähtäävät toimenpiteet käytännössä väkilannoitteiden tai tuhkan levitykseen. Viljavien avosoiden metsityksessä sovelletuilla fosforin ja kaliumin määrillä on tällöin päästy hyviin tuloksiin (Kaunisto 1979, 1987).

Vähäkivisten tuotantoalueiden ohuiksi jyrskyillä turpeilla on mahdollista hyödyntää kivennäismaapohjan ravinteita. Maanmuokauskokeissa kivennäismaata on nostettu turpeen pinnalle auraamalla, kaivurimätästyksellä ja sarkaojien ojamaita levittämällä. Kivennäismaan määrästä riippuen käyttökelpoinen fosfori ja kalium on riittänyt ainakin taimikkovaiheen tarpeisiin (Kaunisto 1987). Puuston koko kiertoaikaa ajateltaessa on erityisen tärkeää tutkia juuriston syvyysulottuvuuden kehittymistä ja selvittää kuinka paksun turvekerroksen läpi varttunut puusto voi hyödyntää kivennäismaapohjan ravinteita. Tehtyjen juuristoanalyysien valossa turpeen enimmäispaksuus tässä suhteessa lienee n. 30-40 cm.

Kun ravinnesuhteet ovat puuston tarpeiden mukaisia, kohoavat tuotokset suonpohjilla varsin korkeiksi. Lannoittamattoman, mutta kivennäismaan ravinteita hyödyntävän raudusvaltaisen koivikon valtapituuden on todettu vastaavan jopa lehtomaisten kankaiden koivikoiden kehitystä. Vastaavasti erään tuhkalannoitetun männikön valtapituus on verrattavissa MT-männikön valtapituuteen. Mikäli fosforin ja kaliumin pitoisuudet saadaan vastaamaan turpeen runsaita typpivaroja, ovat suonpohjat näiden esimerkkien valossa varsin tuottoisia kasvupaikkoja (Kaunisto 1986, Ferm ja Kaunisto 1983).

LISÄSELVITYKSIÄ VAATIVIA ONGELMIA

Jatkossa on tarpeen selvittää turpeen ravinnepitoisuuksia suhteessa kivennäispohjan etäisyyteen sekä kivennäismaan eri lajitekoostumusten kemiallisia ominaisuuksia. Tietoa tarvitaan varsinkin kasvipeitteettömiltä suonpohjilta eli ennen puustoa vallitsevasta "lähtötilanteesta". Puuston kykyä hyödyntää turpeen alaisen kivennäismaan ravinteita tutkitaan uusin juuristoanalyysien. Lisäksi seurataan istutettujen rauduskoivun ja männyn taimien kehitystä vaihtelevan paksuisilla turvealustoilla.

Uusimmilla koekentillä tullaan vertailemaan kylvöä ja istutusta, eri taimilajeja, sekä koivun energia- ja runkopuun kasvatusta. Energiapuvaihtoehdon mahdollisuuksista on jo nyt esimerkkejä, joissa luontaisesti syntyneistä koivutiheiköistä on mitattu varsin korkeita kuiva-ainetuotoksia (Ferm ja Kaunisto 1983). Koivun

herkkä taimettuminen fosfori- ja kalilannoitetuilla turvepinnoilla mahdollistaa tiheiköiden perustamisen pienin kustannuksin.

Vielä on tarkoitus pohjavesimittauksin tutkia suonpohjien vesitaloutta. Kivennäismaan lajitekoostumus vaikuttaa pohjavesitasoon huomattavasti. Vettä läpäisemätön tiivis maalaji voi olla välittömästi turpeen alla, mutta usein näiden väliin on kerrostunut karkeita lajitteita. Ojituksen vaikutukset pohjavesitasoon saattavat näissä tapauksissa poiketa huomattavasti toisistaan.

KIRJALLISUUTTA

- Ferm, A. & Kaunisto, S. 1983. Luontaisesti syntyneiden koivumetsiköiden maanpäällinen lehdetön biomassatuotos entisellä turpeennostoalueella Kihniön Aitonevalla. Summary: Above-ground leafless biomass production of naturally generated birch stands in a peat cut-over area at Aitoneva, Kihniö. *Folia Forestalia* 558. 32 s.
- Kaunisto, S. 1979. Alustavia tuloksia palaturpeen kuivatuskentän ja suonpohjan metsityksestä. Summary: Preliminary results on afforestation of sod drying fields and peat cut-over areas. *Folia Forestalia* 404. 14 s.
- 1980a. Sopivatko turvesuon pohjat puuntuotantoon. *Metsä ja Puu* 10:8-9.
 - 1980b. Turvetuotantoalueiden suonpohjan käyttömahdollisuuksista puubiomassan tuottamiseen. Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 9(5). 11 s.
 - 1981. Rauduskoivun (*Betula pendula*) ja hieskoivun (*Betula pubescens*) luontainen uudistuminen turpeennoston jälkeisellä suonpohjan turpeella Kihniön Aitonevalla. Summary: Natural regeneration of *Betula pendula* and *B. pubescens* on a peat cut-away area. *Suo* 32(3): 53-60.
 - 1985a (toim.). Metsityskokeet Kihniön Aitonevalla. Summary: Afforestation experiments at Aitoneva, Kihniö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 177. 53 s.
 - 1985b. Suonpohjien metsätaloudellinen käyttö. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 184:4-8.
 - 1986. Peatlands before and after peat harvesting. IPS Symp. proc. Oulu, Finland 1986:241-245.

- 1987. Lannoituksen ja muokkauksen vaikutus männyn ja rauduskoivun istutustaimien kasvuun suonpohjilla. Summary: Effect of fertilization and soil preparation on the development of Scots pine and Silver birch plantations on peat cut-over areas. Folia Forestalia 681. 23 s.
 - 1988. Metsäojituksen vaikutukset ravinnevaroihin. Julkaisussa: Soiden käyttö metsänkasvatukseen. Suontutkimusosasto 60 v. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja. Käsikirjoitus.
- Mikola, P. 1975. Turvetuotannosta vapautuvan maan metsittäminen. Summary: Afforestation of bogs after industrial exploitation of peat. Silva Fennica 9(2): 101-115.
- & Mikola, I. 1958. Suon metsittäminen polttoturpeen noston jälkeen. Summary: Reforestation of bogs after peat harvesting. Suo 9(3): 44-47.
- Tervo, M. 1987. Energiapuun korjuu. Turveteollisuus 3/1987:30-32.
- Viinamäki, T. 1987. Lepän, lannoituksen ja turvesyvyiden vaikutus männyn taimien kehitykseen suonpohjan turpeella. Tutkielma MMK-tutkintoa varten. Helsingin yliopisto, suometsätieteen laitos. 61 s.

KULOTUS JA MUOKKAUS MAANKUNNOSTUSMENETELMINÄ

Teuvo Levula

JOHDANTO

Kustannussyistä metsänviljelyssä käytetään alhaista viljelytiheyttä. Siksi on tärkeää, että viljelytaimia kuolisi mahdollisimman vähän, ja että alueelle tulisi paljon luontaisesti syntyneitä puuntaimia. Metsämaan taimettumiskuntoa parannetaan verhopuustolla, kulottamalla tai muokkaamalla. Muokkauksella voidaan auttaa istutustaimien elossaoloa ja kasvua (esim. Mälkönen 1976, Pohtila 1977, Levula ja Heikkilä 1979, 1981). Niissä tutkimuksissa, joissa taimikuolleisuus on ollut pieni, muokkaus ei ole vaikuttanut siihen (Levula ja Heikkilä 1981, Heinonen ja Lukkari 1987).

Varsinaisia kulotuskokeita on tehty muokkauksia vähemmän, koska kulon sijoittaminen koejärjestelyyn on käytännössä vaikea toteuttaa. Pohtila (1974) perusti 60-luvun lopulla Sallaan kulotus- ja muokkaukseen, jossa viljelymenetelmänä olivat sekä kylvä että istutus. Kulotus paransi kylvön onnistumista, mutta istutustaimia kuoli enemmän kulotetuilla koealoilla. Inventointityyppisiä tutkimuksia on useita (esim. Heikinheimo 1915, Sarvas 1937, Lehto 1956 ja 1969, Yli-Vakkuri ym. 1969, Etholén 1972). Näiden tutkimusten perusteella palaneet alat metsittyivät hyvin männylle. Heikinheimo (1915, s. 257) toteaa kirjassaan seuraavasti: "Syntyneet männyn taimistot ovat olleet hyviä, jollei siemeniä ole liian syvään peitetty. Kuusen kylvöt sitä vastoin ovat useimmiten epäonnistuneet".

Viro (1969) on tutkinut kulotuksen vaikutuksia pintakasvillisuuteen sekä humuskerroksen ja kivennäismaan ravinteisuuteen vertailemalla eri-ikäisiä kulotusaloja läheltä valittuun vertailukoealaan. Kulotus vähensi huomattavasti humuskerroksen happamuutta ja lisäsi kalkin ja kaliumin määrää ja saatavuutta. Myös fosforin saatavuus lisääntyi, vaikka kokonaismäärä väheni. Kulotuksen jälkeen heinät ja ruohot lisääntyivät sammalten kustannuksella. Kulotus kohottaa maan pintakerroksen lämpötilaa huomattavasti (Lipas ja Mäki-Petäys 1961). Humuksen hajoamisnopeus kaksinkertaistuu, kun lämpötila

nousee 5:stä 12,5 °:seen ja taas kaksinkertaiseksi, kun se nousee 20 °:seen (Viro 1971).

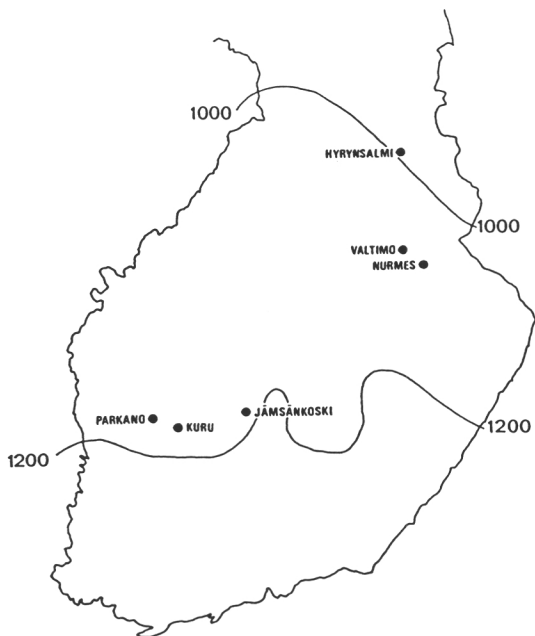
Metsäntutkimuslaitoksen maantutkimusosastolla alettiin selvittää vuonna 1976 muokkauksen ja kulotuksen vaihtoehdoisen käytön mahdollisuuksia maan valmistuksessa metsänviljelyä varten. Tutkimus tehdään yhteistyössä metsähallituksen kanssa. Tässä tiedonannossa tarkastellaan kuuden vanhimman kokeen taimien alkukehitystä sekä neulas- ja maa-analysien tuloksia.

KOKEET

Koealueet, jotka sijaitsevat Keski-Suomessa (kuva 1) kulotettiin ja muokattiin hakkuuta seuranneena kesänä ja viljeltiin istuttamalla seuraavana keväänä (taulukko 1). Koejärjestelyssä käytettiin split-plot menetelmää (esim. Jeffers 1960). Pääkäsittelyinä kokeissa ovat kulotettu ja kulottamaton alue, alakäsittelyinä ovat muokkaamaton, auraus järeällä metsänviljelyauralla ja sekoi-tusmuokkaus, joka tehtiin yleensä TTS-lautasauralla niin, että koko maanpinta tuli muokatuksi. Vanhimmalla Valtimon kokeella

Taulukko 1. Yleistietoja koealueista.

Paikka- kunta	Metsä- tyyppi	Aiemman puuston kannot			Viljely		Alkuperä
		Mänty	Kuusi	Lehtipuu	Puu- laji	Taimi- laji	
Valtimo	VMT	2	14	3	Mä	1M + 1A	Pielisjärvi
Hyrin- salmi	DeMT	0	34	5	Ku	1M + 2A	Rovaniemi
Kuru	MT	5	34	5	Mä	1M + 1A	Laakerinmaa
Nurmes	VMT	4	19	10	Mä	1M + 1A	Kanteleenniemi
Parkano	VT	23	18	7	Mä	2A + 1A	Pylkönmäki
Jämsän- koski	MT	3	34	0	Mä	1M + 1A	Hankasalmi



Kuva 1. Kokeiden sijainti.

M	A	T	2
T	M	A	1

A	T	M	1
T	M	A	2

A	T	M	1
M	A	T	2

Kuva 2. Koejärjestely:
 1 = Kulottamaton
 2 = Kulotettu
 M = Muokkaamaton
 A = Palleauraus
 T = Sekoitusmuokkaus

sekoitusmuokkaus tehtiin ketjujyrsimellä aurauksen jälkeen (kuva 2). Koetoistoja on yleensä kolme, paitsi Parkanon kokeella kaksi. Kuudesta kokeesta viidelle istutettiin männyn- ja yhdelle kuusen paljasjuuritaimia. Muokkaamattomaan maahan istutettaessa kuokalla poistettiin ainoastaan pintakasvillisuutta istutuskohdasta. Ennen kulotusta ja muokkausta kokeilta otettiin humus- ja maanäytteet, mitattiin maan kivisyys ja humuskerroksen paksuus. Osalta kokeista otettiin humusnäytteet kulotetuilta alueilta myös kuloituksen jälkeen. Aiempaa puustoa kuvattiin mittaamalla kannot koealoittain (taulukko 1).

HUMUSNÄYTTEET

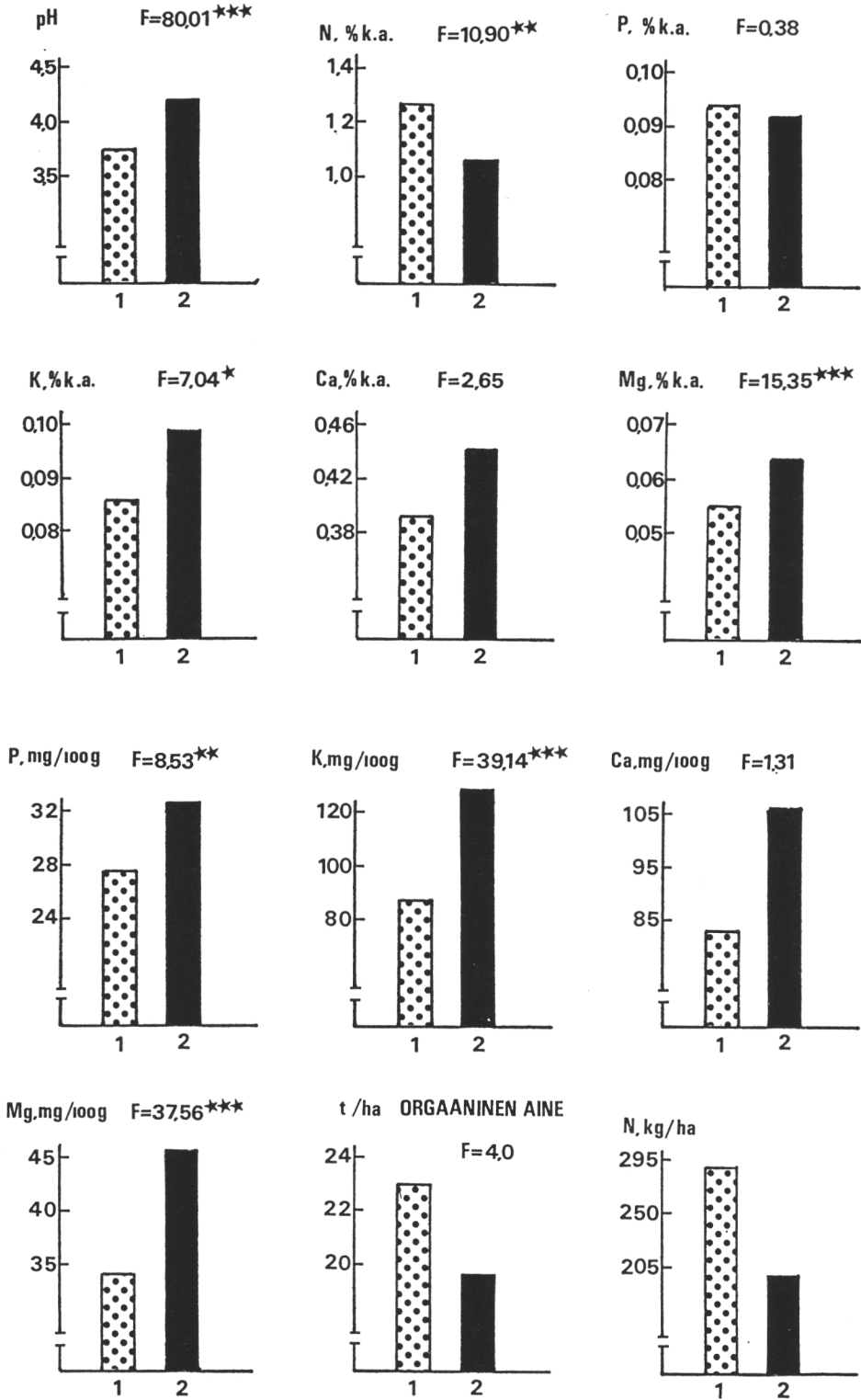
Humuskerroksen ravinnevarastoja kuvaavat totaalimääritykset ovat Parkanon ja Valtimon kokeilta ja ravinteiden saatavuutta kuvaavat P-, Ca-, K- ja Mg-arvot ovat Valtimon, Parkanon ja Jämsänkosken

kokeiden keskiarvoja. Ne ilmaisevat "kasveille käyttökelpoisia" ravinnemääriä. Humuskerroksen orgaanisen aineen ja kokonaistypen määrää hehtaaria kohti kuvaavat luvut ovat vain Valtimon koealueelta.

Kulotus vähensi humuksen happamuutta pH 3,8:sta 4,2:een (kuva 3). Kulotus paransi fosforin, kaliumin ja magnesiumin saatavuutta. Myös vaihtuvan kalkin määrä keskimäärin kasvoi, mutta ero ei ole merkitsevä suuresta hajonnasta johtuen. Kulotuksessa lisääntyivät myös kaliumin ja magnesiumin määrät. Humuksen kokonaistyyppipitoisuus ja orgaanisen aineen määrä vähenivät. Orgaanisen aineen väheneminen ei ollut tilastollisesti kuin suuntaa-antava, mikä johtunee aineiston pienuudesta. Humuskerroksen typpimäärä pieneni n. 100 kg/ha, joka on kolmannes Valtimon kokeen humuksen kokonaistypestä. Kangasmetsän humuskerroksen typpimäärä on keskimäärin 400-600 kg/ha (Viro 1969). Lisäksi kulotuksessa häviää typpeä hakkuutähteistä ja pintakasvillisuudesta niiden palaessa n. 150-200 kg/ha (Mälkönen 1974, Kubin 1977). Yhteensä 300 kg N/ha menetys merkitsisi n. viidenneksen vähennystä ekosysteemin typpivarastoihin, jos maata tarkastellaan 30 cm:n syvyyteen (Viro 1969). Kangasmetsän typpitaloutta arvioitaessa tulee kuitenkin muistaa, että kokonaistypestä vain yksi prosentti on kasveille käyttökelpoisessa muodossa (Mälkönen 1974). Viron (1969) tutkimuksessa ammoniumtypen määrä pysyi samana, mutta nitraattitypen määrä lisääntyi kulotettaessa. Nitraattitypen osuus kulotuksen jälkeenkkin oli vain 5 % ammoniumtypen määrästä.

TAIMIEN KASVU JA KUOLLEISUUS SEKÄ TAIMITUHOT

Taimien inventoinnissa käytettiin 25 %:n systemaattista otosta. Kultakin koealalta mitattiin n. 200 taimen tiedot: kuolleisuus, kasvu, tunnistettavat taimituhot ja pääranigan haaraisuus. Puiden rungon haaroittuminen voi johtua monista syistä, kuten esim. männynversoruosteesta, mutta myös kärkidominanssin vaurioista tai heikkoudesta, joka puolestaan voi johtua puiden ravinnetalouden epäsuhteista (Raitio 1983, Stone 1987). Koska kulotuksella ja voimaperäisellä muokkauksella voidaan vaikuttaa ravinteiden saataavuuteen (Viro 1969, Mälkönen 1983), tuntui tarpeelliselta tarkastella myös taimien monilatvaisuutta.



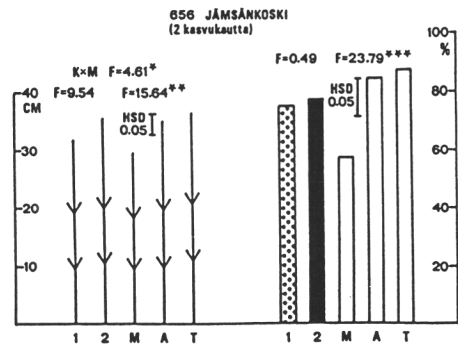
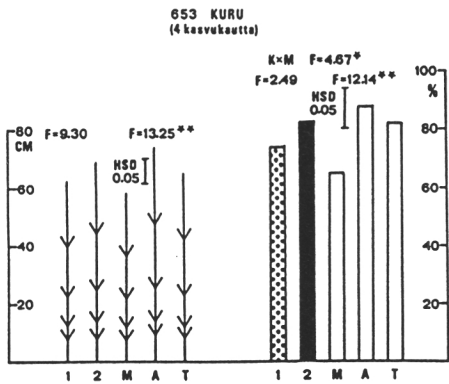
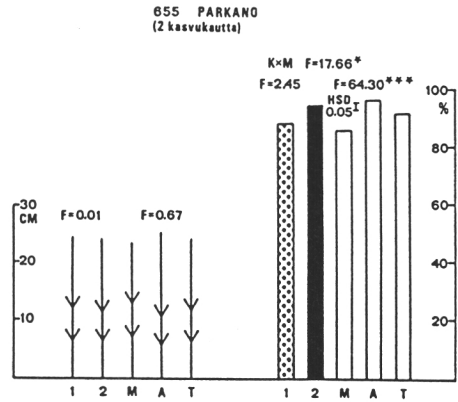
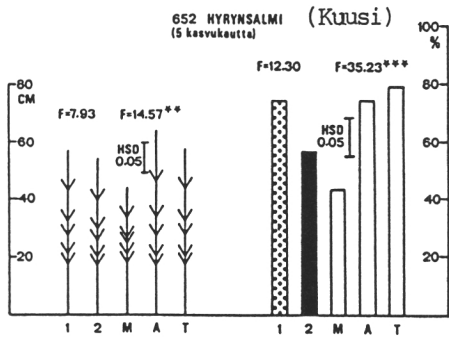
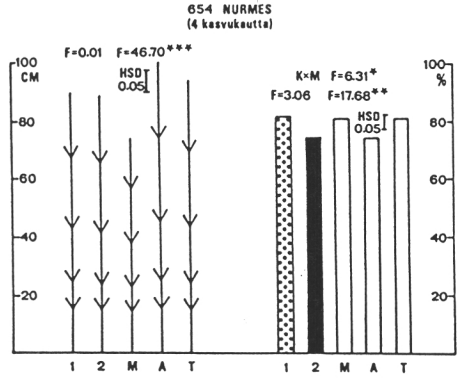
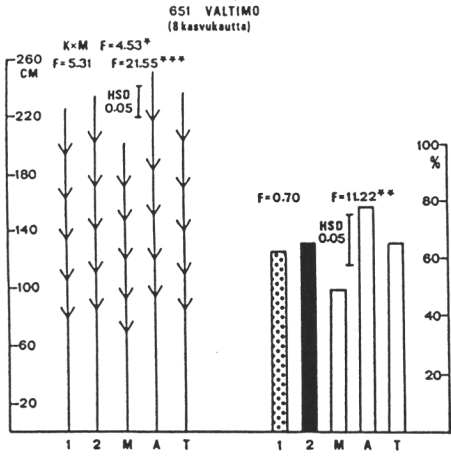
Kuva 3. Humuskerroksen happamuus, ravinnepitoisuudet (% kuiva-aineesta), käyttökelpoiset ravinteet (mg/100 g) sekä orgaanisen aineen ja kokonaistypen määrä. 1 = kulottamaton, 2 = kulotettu.

Kokeet inventoitiin vuosina 1985 ja 1986, jolloin taimet olivat kasvaneet kahdesta kahdeksaan kasvukautta. Kulotus ei vaikuttanut taimien kasvuun tai kuolleisuuteen merkitsevästi yhdelläkään viidestä mäntykokeesta. Kolmella mäntykokeella kulotuksella ja muokkauksella oli merkitsevä yhdysvaikutus taimikuolleisuuteen. Parkanon ja Kurun kokeilla yhdysvaikutus voitaneen tulkita siten, että kulotus on parantanut taimien elossaoloa vain muokkaamattomilla koealoilla (taulukko 2). Nurmeksen kokeella yhdysvaikutus taimikuolleisuuteen on merkitsevä ehkä siksi, että kulotus olisi vähentänyt eläviä taimia auratuilla aloilla. Kurun ja Parkanon koealueet paloivat silmämääräisesti arvioiden paremmin kuin Nurmeksen koe. Kuusikokeella kulotus vaikutti juuri päinvastoin kuin Parkanon ja Kurun mäntykokeilla. Kulotus lisäsi kuusen taimikuolleisuutta erityisesti muokkaamattomilla koealoilla (taulukko 2).

Voimaperäinen muokkaus paransi merkitsevästi männyntaimien kasvua ja elossaoloa neljällä kokeella viidestä. Kasvu ei lisääntynyt Parkanon kokeella vielä kahtena ensimmäisenä vuotena, taimen kokonaispituudella mitaten. Silläkin kokeella inventointivuoden pituuskasvu oli muokatuilla aloilla pitempi kuin muokkaamattomilla. Taimet oli istutettu syvempään muokattuun maahan, jolloin kokonaispituus oli sama suuremmasta kasvusta huolimatta. Nurmeksen kokeella taimikuolleisuus oli suurin auratuilla aloilla. Suurempi keskimääräinen kuolleisuus aurasaloilla johtuu siitä, että taimia oli kuollut paljon kulotetuilla ja auratuilla koealoilla.

Taulukko 2. Kulotuksen vaikutus taimien elossaoloon eri muokkauksikäsitteilyillä Kurun ja Parkanon mäntykokeilla ja Hyrynsalmen kuusikokeella. Kuusentaimien elossaoloprosentit suluissa.

	Kulotettu	Kulottamaton
Muokkaamaton	85 (28)	66 (59)
Auraus	91 (66)	93 (83)
Sekoitusmuokkaus	87 (81)	87 (77)



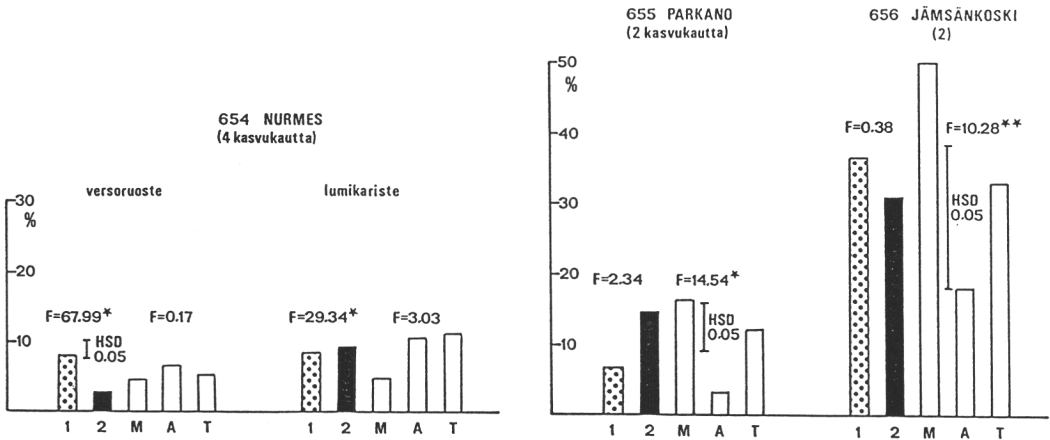
Kuva 4. Taimien pituuskehitys ja elossaoloprosentti eri kokeilla. Selitykset kuten kuvassa 2.

Aurauksen ja kulotuksen taimikuolleisuutta lisäävä yhdysvaikutus näkyy ainoastaan Nurmeksen kokeella. Ilmiön syytä eivät selitä ainakaan havaitut taimituhot. Kysymyksessä saattaisi olla taimien kuivuminen heti istutuksen jälkeen, koska voidaan olettaa kuivumisvaaran olevan suurimmillaan auratulla ja kulotetulla maalla. Tuloksen merkitystä arvioitaessa kannattaa huomata, että Nurmeksen kokeella viljely onnistui hyvin kaikilla koejäsenillä. Taimien kasvu ja elossaolo eri kokeilla on kuvattu kuvassa 4. Taimien pituuskasvut ovat keskimääräisiä vuotuisia kasvuja ja niitä on kuvattu "oksakiehkuroilla". Viimeisistä pituuskasvuista voidaan havaita, että taimien pituuserot suurenevät koko ajan kaikilla kokeilla.

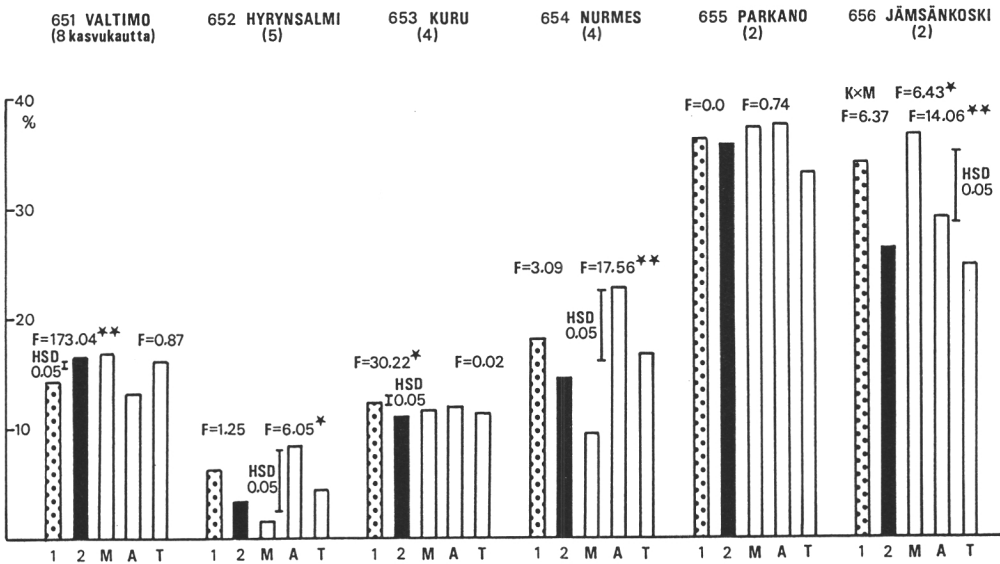
Tukkikärsäkkäiden (*Hylobius* spp.) tuhoja oli Parkanon ja Jämsänkosken kokeilla. Kulotus ei vaikuttanut tuhojen määrään, mutta muokkaus vähensi tuhoja tuntuvasti. Erityisesti auraus on muissakin tutkimuksissa vähentänyt kärsäkästuhon ja niiden ankaruutta (esim. Levula ja Heikkilä 1979, 1981), mikä johtunee siitä, että hyönteiset välttävät menemistä avoimen hiekan päälle (Heikkilä 1975, Söderström 1976).

Nurmeksen kokeella oli jonkin verran männynversoruosteen (*Melampsora pinitorqua*) ja lumikaristeen (*Phacidium infestans*) aiheuttamia tuhoja (kuva 5). Kulotus vähensi versoruosteen tuhoja, mutta lisäsi lumikaristeen määrää. Männynversoruosteen toinen isäntäkasvi on haapa. Kulotus lienee vähentänyt haavan vesakon syntymistä, josta seuraa myös versoruosteen väheneminen. Lumikaristeen lisääntyminen kulotusaloilla voi johtua kaliumin saatavuuden lisääntymisestä (Kurkela 1976).

Näissä kokeissa kulotus ja muokkaus saattoi lisätä tai vähentää monilatvaisten taimien osuutta. Maanvalmistuksen merkitys kärki-dominanssin heikkouteen ei selviä tällä tutkimusmenetelmällä (kuva 6).



Kuva 5. Männynversoruosteen ja lumikaristeen voittamien taimien osuudet Nurmeksen kokeella ja tukkikärsäkkäiden voittamien taimien osuudet Parkanon ja Jämsänkosken kokeilla. Selitykset kuten kuvassa 2.



Kuva 6. Monilatvaisten taimien osuudet eri kokeilla. Selitykset kuten kuvassa 2.

NEULASNÄYTTEET

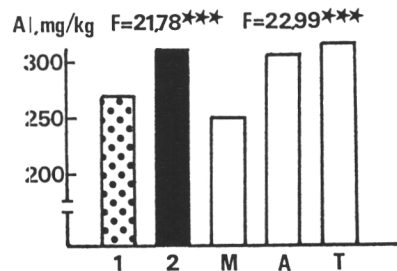
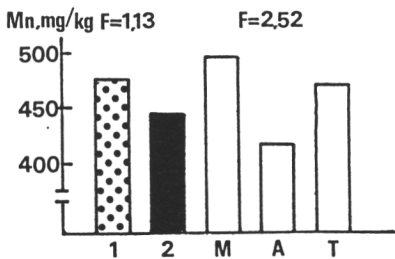
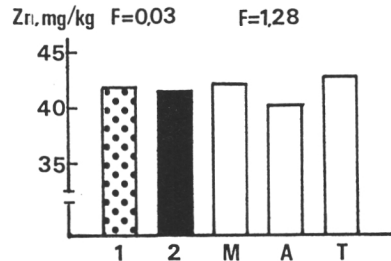
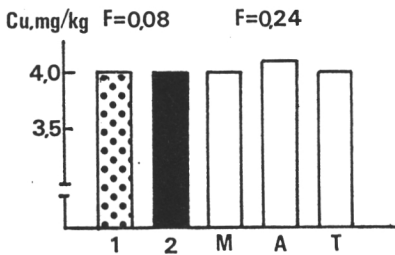
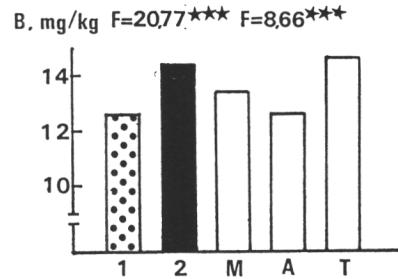
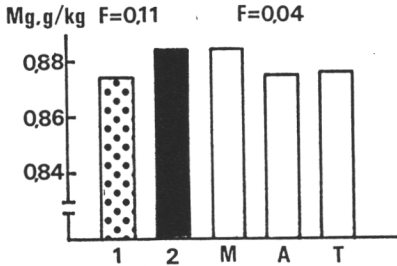
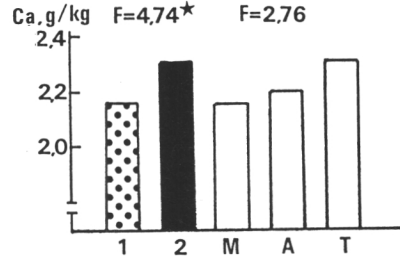
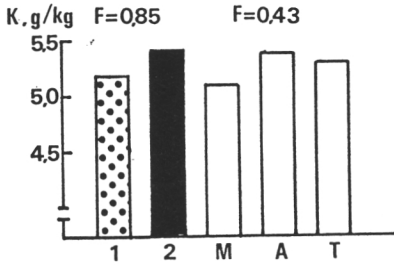
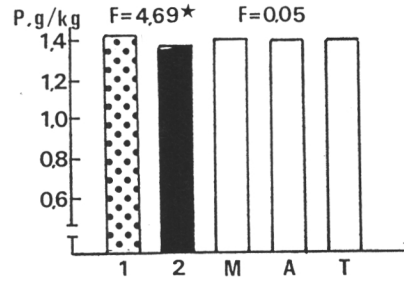
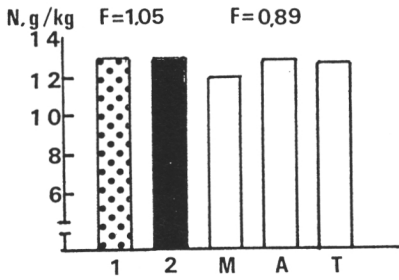
Kokeilta otettiin neulasnäytteet mittauskesää seuranneena syksynä loka-marraskuussa. Näyte otettiin 15 arvotusta taimesta latvuksen eteläpuolelta toisesta oksakiehkurasta vuoden vanhoja neulasia. Neulasista määritettiin N-, P-, K-, Ca-, Mg-, Mn-, Cu-, B-, Zn- ja Al-pitoisuudet. Kulotus oli alentanut hieman neulasten fosforipitoisuutta, mutta nostanut kalsium-, alumiini- ja booripitoisuuksia (kuva 7).

Myös muokkaus nosti hieman neulasten alumiinipitoisuutta, booripitoisuus oli suurin sekoitusmuokatuilla koealoilla. Mälkösen ym. (1986) mukaan muokkaus lisäsi neulasten kalsium- ja booripitoisuuksia ja vähensi typpi-, magnesium- ja sinkkipitoisuuksia kahdeksan vuotta vanhoissa männiköissä. Tilastollisesti selvimmät muutokset tapahtuivat neulasten alumiinipitoisuudessa: sekä muokkaus että kulotus nostivat niitä. Sen sijaan käsittelyjen yhdysvaikutus ei ollut merkitsevä, mikä voidaan tulkita siten, että kulotus ja muokkaus kumpikin omalla tavallaan lisääisivät alumiinin liukoisuutta. Alumiini muuttuu kasveille "käyttökelpoiseen" muotoon kivennäismaassa sitä helpommin mitä happamampaa maa on ja mitä vähemmän siinä on orgaanista ainetta (Derome ym. 1986). Kulotuksen olisi siten pitänyt vähentää neulasten alumiinipitoisuutta. Humuskerroksen happamuus kuitenkin väheni kulotuksessa pH 3,8:sta 4,2:een.

Neulasten keskimääräinen alumiinipitoisuus kokeilla oli 290 ja korkein 336 mg/kg. Korkeimmatkin pitoisuudet ovat männyn neulasten keskitasoa. Luontaisesti syntyneessä neljän metrin pituisessa kuiivan kankaan männynntaimikossa neulasten alumiinipitoisuus oli keskimäärin 346 mg/kg (Raitio ja Tikkanen 1987).

TARKASTELUA

Tehokas muokkaus paransi taimien kasvua ja elossaoloa. Samanlainen tulos on saatu useissa eri tutkimuksissa. Metsänviljelyn kustannukset eivät saisi kohota realistisesti nykytasosta, tai työ ei ole enää taloudellisesti mielekäästä. Viljelytiheyden huomattava



Kuva 7. Neulasten ravinnepitoisuudet eri käsittelyillä.
Selitykset kuten kuvassa 2.

kohottaminen ei tule kysymykseen ainakaan tunnetuilla istutustekniikoilla. Kunnollinen muokkaus on halvin tapa varmistaa istutus-taimien alkuunlähtö. Muokkausjäljen pitäisi muodostaa selvä kohouma, jonka päälle ja keskelle taimi istutetaan. Tämä palle suojaa taimia tukkikärsäkkäiden ja myyrien tuhoilta (Levula ja Heikkilä 1979), kohottaa maan lämpötilaa (esim. Leikola 1974), parantaa maan tuuletusta (Ritari ja Lähde 1978), lisää maassa elävien mikrobien aktiviteettia (Voss-Lagerlund 1976) ja suojaa taimia hallalta ja pintakasvillisuuden kilpailulta (Starr ym. 1981).

Kulotus paransi vähän männyntaimien kasvua ja elossaoloa muokkaa-mattomilla koealoilla. Kuusikokeella tilanne oli päinvastoin. Muokatuilla koealoilla kulotus ei vaikuttanut taimien kasvuun tai kuolleisuuteen. Kiintoisa kysymys on, miksi kulotus haittasi kuusentaimien kasvua. Heikinheimon (1915) tekemässä astiakokeessa havaittiin n. 1000 kg tuhkamäärän/ha haittaavan kuusen juurten kasvua. Hän toteaa: "Juurikarvojen ja juurisäikeitten puuttuminen tällaisilta taimilta on yleistä."

Kulotus alensi näissä kokeissa humuksen happamuutta paljon vähemmän kuin Viron (1969) tutkimuksessa, jossa ero kulotetun ja kulotta-mattoman välillä oli kaksi pH-yksikköä. Kaksi pH-yksikköä merkitsee happamuuden vähenemistä yhteen sadasosaan alkuperäisestä. Tässä tutkimuksessa happamuus väheni n. kolmanneksella, joten ero tutkimusten välillä on varsin suuri. Eräässä kangasmetsän lannoituskokeessa 2000 kg/ha puuntuhkaa pudotti humuksen happamuuden kymmenesosaan lannoittamattomiin koealoihin verrattuna.

Avohakkuun jälkeen tehdyssä kulotuksessa maahan tulee tuhkaa kuusi-koissa n. 1000 ja männiköissä n. 500 kg/ha. Arvio perustuu Hakki-lan (1969), Mälkösen (1974), Kubinin (1977) sekä Hakkilan ja Kalajan (1983) esittämiin lukuihin. Arviossa on lähdetty siitä, että hakkuutähteet ja pintakasvillisuus palavat, mutta humus ei pala. Käytännössä tietenkin osa palavaksi oletetuista ei pala ja pieni osa humuksesta palaa. Heikinheimon (1915) mukaan kaskeami-sessa tulee tuhkaa 1077 kg/ha. Hän oletti laskelmassaan, että humuskerroksesta palaa kaskettaessa 1 cm. Kaskeamisen ja kulotuk-sen suora rinnastaminen ei ole kuitenkaan oikein. Kaskettaessa käytettiin usein "seunoja", puun runkoja, joita poltettiin pitkissä

rovioissa ja koivukankien avulla "vierrettiin" paikasta toiseen, jolloin rungoista tullut tuhka levisi tasaisesti alueelle ja puukasa poltti tehokkaasti alapuolellaan olevaa orgaanista maata (Heikinheimo 1915).

Kulotuksessa syntyvästä tuhkasta on suurin osa peräisin hakkuutähteistä. Koneellisessa hakkuussa hakkuutähteet ja niiden sisältämät ravinteet kerääntyvät kasoihin, joiden pinta-ala on murto-osa koko alueen alasta. Ekosysteemin kaliumvaroista puolet on biomassaan sitoutuneena, enin osa puustossa ja kolmannes koko biomassan kaliumista hakkuutähteissä (Mälkönen 1974). Fosforia ja kalsiumia on myös paljon hakkuutähteissä, mutta biomassan osuus kokonaisuudesta on pienempi. Hakkuutähteiden kasaamisella voi olla haitallisia vaikutuksia seuraavan puusukupolven kasvuun ja ravinteiden huuhtoutumiseen.

Koetulosten perusteella ei ole mitään syytä yhdistää kulotusta ja voimaperäistä muokkausta. Ilman muokkausta ja todennäköisesti myös hyvin kevyesti muokatuilla aloilla kulotus edesauttaa männyn- taimikon kehitystä. Vanhastaan on yhdistetty kulotus ja männyn kylvö. Sen sijaan kuusen viljelyn onnistumisesta kulotuksen jälkeen on heikkoja kokemuksia. Tämänkin aineiston kuusikokeen antamien tulosten perusteella kulotuksen vaikutus taimien kehitykseen oli kielteinen. Metsikön kehitystä ajatellen kokeet ovat kuitenkin kovin nuoria ja jatkossa saattaa kulotuksen merkitys muuttua.

KIRJALLISUUS

- Derome, J., Kukkola, M. & Mälkönen, E. 1986. Forest liming on mineral soils. Results of Finnish experiments. National Swedish Environmental Protection Board. Report 3984. 107 s.
- Etholén, K. 1972. Männyn viljelyn tulos Pohjois-Suomessa ja siemenen alkuperä. Summary: The succes of artificial regeneration of Scots pine in northern Finland and origin of seed. Folia Forestalia 160. 27 s.
- Hakkila, P. 1970. Weight and composition of the branches of large Scots pine and Norway spruce trees. Seloste: Järeitten

- mänty- ja kuusipuitten oksien paino ja koostumus. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67.
- & Kalaja, H. 1983. Puu- ja kuorituhkan palauttamisen tekniikka. Summary: The technique of recycling wood and bark ash. *Folia Forestalia* 552. 37 s.
- Heikinheimo, O. 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. Referat: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands. *Acta Forestalia Fennica* 4. 149 s.
- Heikkilä, R. 1975. Männyn viljelytaimistojen eläintuhoista Pohjois-Suomessa. Pyhäkosken tutkimusaseman tiedonantoja 14:20-26.
- Jeffers, J. N. R. 1960. Experimental design and analyses in forest research. Stockholm. 172 s.
- Kubin, E. 1977. The effect of clear cutting upon the nutrient status of a spruce forest in northern Finland (64°28'N). Seloste: Paljaaksihakkuun vaikutus kuusimetsän ravinnetilaan Pohjois-Suomessa (64° 28'N). *Acta Forestalia Fennica* 155. 40 s.
- Kurkela, T. 1976. Sienituhot, lumikariste. Kansallis-Osake-Pankin kuukausikatsaus B-painos n:o 24. s. 11.
- Lehto, J. 1956. Tutkimuksia männyn luontaisesta uudistumisesta Etelä-Suomen kangasmailla. Summary: Studies on the natural reproduction of Scots pine on the upland soils of southern Finland. *Acta Forestalia Fennica* 66.
- 1969. Tutkimuksia männyn uudistamisesta Pohjois-Suomessa siemenpuu- ja suojuspuumenetelmällä. Summary: Studies conducted in northern Finland on the regeneration of Scots pine by means of the seed tree and shelterwood methods. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 67.
- Leikola, M. 1974. Muokkauksen vaikutus metsämaan lämpösuhteisiin Pohjois-Suomessa. Summary: Effects of soil preparation on soil temperature conditions of forest regeneration areas in Northern Finland. *Communicationes Instituti Forestalis Fenniae* 84(2). 64 s.
- Levula, T. & Heikkilä, R. 1979. Maankäsittelyn vaikutus männyntaimien alkukehitykseen Lapissa. Rovaniemen tutkimusaseman tiedonantoja 18. 12 s.
- & Heikkilä, R. 1981. Maanmuokkauksen vaikutus männyntaimien alkukehitykseen Pohjois-Karjalassa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 11. 12 s.

- Lipas, E. & Mäki-Petäys, E. 1961. Kulotuksen vaikutus metsämaan lämpö- ja kosteusoloihin. Konekirjoite. Helsingin yliopisto, metsänhoitotieteen laitos.
- Mälkönen, E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. Seloste: Vuotuinen primäärituotos ja ravinteiden kiertokulku männikössä. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 84(5). 87 s.
- 1976. Markberedningens ekologi och inverkan på planteringsresultatet. Forskningsstiftelsen och skogarbeten. Stockholm, Sverige. Redogörelse 6:11-15.
 - 1983. Maan kunnostaminen metsänuudistamisessa. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 124:6-16.
 - , Niska, K. & Levula, T. 1986. Preliminary results on the development of Scots pine and Norway spruce plantations in soil tilling experiments in Finland. IUFRO's 8th Annual Workshop. Grand Prairie and Dawson Creek, Canada. August 22-26, 1986.
- Pohtila, E. 1974. Tutkimuksia aurattujen alueiden metsänviljelymenetelmistä Koillis-Suomessa II. Aurauksen ja kulotuksen vaikutus männynviljelyn onnistumiseen vuosina 1968-70 perustetuissa kokeissa. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 11. 65 s.
- 1977. Reforestation of ploughed sites in Finnish Lapland. Seloste: Aurattujen alojen metsänviljely Lapissa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 91(4). 98 s.
- Raitio, H. & Tikkanen, E. 1987. Nuorten mäntyjen typpi-, kalsium- ja magnesiumtalouden häiriö kuivalla kankaalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 270:48-57.
- Ritari, A. & Lähde, E. 1978. Effect of site preparation on physical of the soil in a thich-humus spruce stand. Seloste: Muokkauksen vaikutus paksusammalkuusikon maan fysikaalisiin ominaisuuksiin. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 92(7). 36 s.
- Sarvas, R. 1937. Kuloalojen luontaisesta metsittymisestä. Pohjois-Suomen kuivilla kankailla suoritettu metsäbiologinen tutkielma. Referat: Über die naturliche Bewaldung der Waldbrandflächen. Eine waldbiologische Untersuchung auf den trockenen Heideböden Nord-Finnlands. Acta Forestalia Fennica 46.

- Starr, M., Levula, T. & Heikkilä, R. 1982. Männyn ja kuusen taimien alkukehitys muokkaus- ja lannoituskokeilla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 51. 16 s.
- Söderström, V. 1976. Analys av markberedningseffekterna vid plantering på några färska hyggen. Sveriges skogsv Förb. 333 s.
- Viro, P. J. 1969. Prescribed burning in forestry. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 67.
- 1972. Tulen käyttö metsän uudistamisessa. Suomalainen tiedeakatemia. Esitelmät ja pöytäkirjat 1971. s. 105-113.
- Voss-Lagerlund, K. 1976. Effect of soil preparation on the bacterial population in forest soil. Seloste: Muokkauksen ja lannoituksen vaikutus metsämaan mikrobistoon. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 86(7). 35 s.
- Yli-Vakkuri, P., Räsänen, P. K. & Solin, P. 1969. Metsänviljelyn antamista tuloksista Lounais-Suomen, Itä-Hämeen, Itä-Savon, Keski-Suomen ja Kainuun piirimetsälautakuntien alueella. Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksen tiedonantoja 2.

TALVILANNOITUKSEN VAIKUTUS RAVINTEIDEN
HUUHTOUTUMISEEN OJITETULTA SUOLTA

Erkki Ahti

Ojitetun suon lannoitus lisää vesistöjen ravinnekuormitusta. Erityisesti fosfori on alkuaine, jolla on vesistöjen tilan kannalta merkitystä. Pitkään on oltu siinä käsityksessä, että lannoituksen aiheuttamat kuormitusmuutokset ovat vähäisiä: fosforin huuhtoutuminen kasvainsi lannoituksen vaikutuksesta muutamia satoja grammoja hehtaarilta ja kaliumin huuhtoutuminen vastaavasti muutamia kiloja hehtaarilta. Typen huuhtoutumisesta on ollut käytettävissä hyvin vähän tutkimustietoa.

Metsäntutkimuslaitoksen Kivisuon koealueella Leivonmäellä on vuonna 1987 aloitettu tutkimus, jossa verrataan lumelle tapahtuvan levityksen ja keväällä sulaan maahan tapahtuvan levityksen huuhtoutumisvaikutuksia. Tutkimus on kaksivuotinen.

Alustavat tulokset osoittavat, että fosforin huuhtoutuminen on erityisesti lumelle levitettäessä ollut odotettua huomattavasti voimakkaampaa. Huhtikuun 1. ja heinäkuun 13. välisenä aikana talvilevityksen aiheuttama fosforihuutouman kasvu oli noin 5 kg/ha ja kevätlevityksen kohdalla vastaavasti 0,8 kg/ha. Kaliumin osalta vastaavat luvut olivat n. 11 kg/ha ja n. 2,7 kg/ha. Lannoitettujen lohkojen valumavesien fosforipitoisuudet olivat marraskuun alussa 1987 edelleen 0,5-1,0 mg/l, kun ne ennen lannoitusta olivat 0,02-0,1 mg/l.

Typen osalta kuormitustietoja ei ole vielä käytettävissä. Lumen-sulamaisvaiheessa talvilannoitus aiheutti voimakasta ammoniumtypen huuhtoutumista, joka lumien sulettua vapun jälkeen loppui. Lumien sulaessa huuhtoutui myös huomattavia määriä ureaa, jota tässä tapauksessa käytettiin typpilannoitteena.

Tulokset ovat alustavia, eikä lopullisia johtopäätöksiä lannoitusajankohdan vaikutuksesta voida vielä tehdä.

MÄTÄSTYS JA SEN KEHITYSNÄKYMÄT

Olavi Laiho

MÄTÄSTYSTÄ VAIN ONGELMAKOHETEILLA

Mätästys on voimaperäinen, lähinnä auraukseen verrattava maanmuok-
kaustapa. Sitä on koemielessä käytetty kaikenlaisilla kasvupai-
koilla. Aina siitä ei ole ollut hyötyä, toisinaan puolestaan
hyvin paljon. Vedenvaivaamattomilla keskikarkeilla tai sitä
karkeammilla normaalihumuksisilla mailla, joissa vesi ei vaivaa
riittää kivennäismaan paljastaminen esim. TTS-äkeellä. Mätästys
tuleekin keskittää ongelmakohteille, joita kyllä on riittämiin.

Keskeinen ongelma soistuneessa maassamme on liika märkyys. Ympä-
ristöä korkeammille kohdille, mättäille istutetut taimet ovat
liikaveden ulottumattomissa. Ei kuitenkaan pitkään, muutamassa
vuodessa juuret yltävät mättästä ulos. Pysyvästi liikaveden
poistaa vain ojitus. Mätästys tuleekin tehdä ojittaen, vain
tällöin siitä saadaan täysi hyöty.

Märkyys merkitsee useimmiten myös maan hapettomuutta. Hyvässä
kivennäismaassa tulisi olla puolet kiintoainesta, neljännes vesi-
tilaa ja loppu neljännes ilmaa. Jos ilmatila on vain 10 %, juurten
hapensaanti ja kehitysmahdollisuudet ovat heikot. Ojitusmätästys
parantaa ilmavuutta poistamalla liikavettä. Hienojakoisilla
mailla veden liikkuminen on kuitenkin hidasta ja se on tiukasti
maahiukkasiin sitoutunutta. Ojia pitää olla tiheässä mutta ne
saavat olla matalia. Savimaiden perusvikaa, huokosten pienuutta
mätästyskään ei poista. Minimitekijäksi jää tästä johtuva maan
heikko tuuletus. Monien savimaiden tuotos kaksinkertaistuisi jos
ilmanvaihto saataisiin riittäväksi. Jossain määrin mättäiden
alle jäävä humus ja hakkuutähteet edistävät ilmavuutta. Niin
tekevät myös lehtipuut syvällä runsaasti haaroittuneella juuris-
tollaan ja pieneliöstöä elvyttävillä karikkeillaan.

Halla vaivaa kaikkien puulajiemme taimia selvästi enemmän kuin
muutama vuosi sitten luultiin. Ongelmakohteissa männyn taimetkin
paleltuvat ja menettävät latvansa. Halla keskittyy notkoihin,

joihin kylmä ilma ympäristöstä pääsee valumaan. Mätästys ei hallaa poista, mutta kokemuksen mukaan jo muutaman kymmenen cm maanpinnan yläpuolella oleminen voi olla ratkaisevaa. Hallanarat kohteet ovat usein moniongelmaisia eli alavia, hienorakeisia, liikaveden vaivaamia ja soistuneita.

Rehevätkin maat voivat olla ongelmallisia. Ei siksi, että niiden maassa olisi välttämättä parantamisen tarvetta. Uudistumisen esteenä voi olla ylirehevä pintakasvillisuus. Se vaikeuttaa taimien juurtumista, rajoittaa yhteyttämistä ja lakastuessaan peittää taimet alleen. Mättäät ovat ympäristöään valoisampia ja ensi vuosinaan paljaampia, lisäksi kasvien kaatumissuunta on niistä pois päin.

Ongelma metsänviljelijälle on myös paksu kunttakerros. Lautasaura kyllä poistaa sen helposti, mutta taimet joudutaan istuttamaan verrattain syvälle vakoon. Vaon pohja puolestaan säilyy kunntaan-tuneilla mailla kylmänä ja on useimmiten tiivistä moreenia. Näissä oloissa juuriston kehitys jää hitaaksi ja taimien kehitystä uhkaavat tekijät voimistuvat ja niille alttiinaoloaika pitenee.

MÄTÄSTYKSEN TUOMAT ONGELMAT

Paljaaksihakkuu merkitsee humuksen lisääntyvää hajoamista ja ravinteiden vapautumista. Maanmuokkaus edistää tätä mobilisaatiota ja mätästys keskimäärää enemmän. Kivennäismaan peittämäksi jäänyt humuskerros ja hakkuutähteet muodostavat hajoittavalle pieneliöstölle ilmavan ja lämpö- sekä kosteusoloiltaan tasaisen elinympäristön. Mättäiden pohja muhii kuin lantapatteri ja ravinnehuippu tasoittuu vasta vuosien päästä (Laiho 1979). Ongelmallista on, että ravinteiden tarve istutuksen jälkeen on koko kiertoajan puitteissa vähäisin. Männylle ravinnetulva on haitallisin.

Laikku, piennar ja TTS-vako ovat veden kapillaarisen nousun vuoksi lähes aina kosteat. Myös mättäiden sisällä ja pohjalla kosteusolot ovat tyydyttävät, mutta mättäiden laet kuivuvat poutakausina pahoin. Mättäiden viljely tulisikin tehdä mahdollisimman varhain keväällä ennen kuin kuivuminen on päässyt pitkälle. Eduksi on myös, että juuristo istutettaessa saadaan mahdollisimman syvälle.

Mättäiden lakea ei kustannussyistä voida kauhalla tasata ja tiivistää. Se jää kekomaiseksi ja on niin ollen altis eroosiolle. Tilannetta parantaa, jos mättäät ennen viljelyä saavat talvehtia. Istutettaessa tulee eroosioriskin vähentämiseksi mättäiden lakea kuitenkin aina tiivistää ja muotoilla. Juoksettuvilla mailla nämäkään keinot eivät auta. Mättäät saattavat valua vellinä ympäristöön ja poudalla vastaavasti sementöityä kivikovaksi. Tällaisilla mailla ne tulisi alunperin tehdä tavanomaista matalammiksi.

Savet eivät, hiesusavea lukuunottamatta, juoksetu mutta ilmattomuuden lisäksi niillä on muita ongelmia. Poudalla ne kutistuvat, halkeilevat ja kovettuvat, sateella vastaavasti turpoavat. Vaihtelu tämän maalajiryhmän sisällä on suurta. Niukkaravinteisissa happamissa kvartsipainotteisissa savissa pieneliöstö on vähäistä ja sitä voidaan aktivoida vain ilmavuutta lisäämällä ja orgaanista ainetta sekoittamalla. Lustosavet ovat suolattomia ja jään sulamisvaiheessa nopeasti kerrostuneina niukkahumuksisia. Myöhemmät Litorina-savet ovat liejupitoisia, suolaisia, etenkin Pohjanmaalla pahoin happamia sulfidisavia, joissa on runsaasti myös rautaa ja alumiinia. Sellainen maa mättäiden pintana merkitsee taimille nopeaa tuhoa.

Alumiinia, rautaa ja muitakin raskasmetalleja löytyy runsaasti myös podsolimaannoksen rikastumiskerroksesta. Normaalisti juuriston määrä ei ole sillä syvyydellä (20-40 cm humuksen pinnasta) suuri, mutta mätästys kääntää rikastumiskerroksen pintaan. Tällainen maa ei ole ravinnetalouden kannalta hyvää ja sen vuosien myötä happamoituessa alumiini muuttuu liukoiseen muotoon, jossa se on juurille myrkyllinen. Näiden haittojen vähentämiseksi naverot pitäisi tehdä mataliksi ja saada maakerrokset mättäitä muodostettaessa mahdollisimman hyvin sekoittumaan.

Pahin ongelma mätästykselle ovat korkeat kustannukset. Ne muodostavatkin esteen menetelmän täysimääräiselle käytölle. Mätästystä tulee kehittää yhtäältä halvemmaksi ja toisaalta mahdollisimman hellävaroin luontoa kohtelevaksi. Siinä onkin haastetta kylliksi.

TAIMIKEHITYS MÄTTÄILLÄ

Äskettäin on valmistunut kaksi uudistusalojen inventointia, jotka selvittävät taimien kehitystä mättäillä. Toisessa (Villanen 1987) on tutkittu 1-4 -vuotiaita mätästysaloja ja toisessa (Toivonen 1987) vanhempia, 7-14 -vuotiaita mätästysaloja. Viimemainituissa ovat mukana enimmäkseen Koillis-Satakunnassa 1970-luvun alussa tehdyt mätästykset.

Joskin Pohjois-Suomesta on huonojakin tuloksia Etelä-Suomessa taimien elossaolo on mättäillä ollut hyvä tai tyydyttävä. Pahin uhka on kuivuus, varsinkin korkeat mätäät kuivuvat pinnaltaan. Istutus on tehtävä ajoissa, kevätkosteuteen, ja juuret on saatava syvälle. Tällöin ne ovat myös pääosin eroosion ulottumattomissa. Erityisesti paperikennotaimien ongelmana on routa, joka helposti nostaa ne maasta. Kerran kallistuttuaan taimet eivät saa kunnon otetta maasta, vaikka eloon jäisivätkin.

Onneksi luontaisia taimia muodostuu runsaasti (Laiho 1985). Mätäät pysyvät jopa useita vuosia ruuhottumatta ja tarjoavat otollisen alustan luontaiselle uudistumiselle. Erityisen paljon taimia syntyy siementävän metsän lähelle.

Taimikehitys ei mättäillä aivan aluksi poikkea muista muokkausjäljistä (Soukainen 1983). Juurten kasvettua mättään sisäosaan ja pohjalle kehitys kuitenkin vauhdittuu (Kinnunen 1979, Laiho 1979). Aikaa tähän kuluu 2-4 vuotta riippuen maalajista, mättään korkeudesta, taimilajista ja istutussyvyydestä. Mättään pohjalla muhiva humus ja maasta nouseva kosteus vauhdittavat kehitystä silminnähden. Taimien väri muuttuu syvän vihreäksi merkinä typen ylimäärästä. Neulasat ovat kookkaat, kierteiset, usein kolmen kiekuroina. Ajoittain esiintyy myös kasvuhäiriöitä, mutta kokonaisuudessaan pituuskehitys on mättäillä muita muokkaustapoja parempi olipa sitten vertailu tehty mätäiden väliin kuokkalaikkuun istutettuihin taimiin tai TTS-äkeen työjälkeen viljeltyihin taimiin (Leikola ym. 1977, Kinnunen ja Nerg 1983, Räsänen ym. 1985). Kasvupaikoittaiset erot ovat kuitenkin suuret. Ongelmattomilla mailla eroa ei juurikaan ole, vedenvaihaamilla notkomilla se on erittäin suuri (Laiho 1984).

Epätyydyttävä laatukehitys on männyllä todettu vakavaksi ongelmaksi kaikissa istutustaimikoissa. Syitä on monia kuten geneettisesti huono tai alueellisesti väärä alkuperä, rehevä kasvupaikka ja vähäinen viljelytiheys. Mätästys korostaa näitä virheitä. Mättäitä ei voida tehdä edes virallisen istutustiheyden edellyttämää määrää, vaan "aputaimia" joudutaan istuttamaan pientareille ja mätäsväleihin. Lisäksi taimet mättäillä ovat ikään kuin lantapatterin päällä ja erityisen runsaassa valossa. Näin oksat tana-koituvat ja tuulen tuiverrus lisää tyvekkyyttä. Myös poikaoksia ja ranganvaihtoja esiintyy keskimäärää enemmän. Vastoin ennakoarvelua taimien kiinnittyminen on kuitenkin osoittautunut täysin tyydyttäväksi tai hyväksi, kunhan roudan ja eroosion aiheuttamista alkuongelmista on selvitty. Itse asiassa mättäät näyttävät edistävän paalujuuren muodostumista. Maan painuessa (alkuvuosina noin 1 cm/v) pintajuuret eivät jää paljaksi vaan painuminen tapahtuu tasaisesti kautta mättään. Myöhemmin painuminen kääntyy suorastaan kohoamiseksi kun kasvava tyvi vaatii itselleen tilaa.

MÄTÄSTYSTARVE

Soiden uudisojitus on ohittanut huippuvaiheensa. Isot uudisojitus-hankkeet ovat lähes loppuneet, mutta kuivatustyötä kyllä riittää täydennysojituksen ja ojanperkauksen muodossa. Myös uudisojitettavia pienkohteita on jäljellä hyvin paljon. Itse asiassa niitä on lähes jokaisella vähänkään isommalla uudistusosalalla. Juuristovaurioiden, myrskytuhoriskin ym. tekijöiden vuoksi ne voidaan ojittaa lähinnä vain uudistusvaiheessa. Näin tämän työn loppuunsaattaminen vie vielä lähes kiertoajan.

Kuivatusta kaipaavat pienkuviot on luontevinta panna kuntoon mätästäen. Tällöin kuivatus muodostuu varmasti riittäväksi ja maa tulee samalla muokatuksi. Työtä toteutettaessa on pidettävä huolta, että se tehdään kunnolla. Maa nostetaan aina mättäiksi eikä tehdä siitä pientareille vesien ojaanvalumisesteitä. Kuivatusojat tulee tehdä ojitusnormein ja vesien poisjohtaminen vesilakia noudattaen. Naverojen puolestaan tulee olla matalia, leveitä ja hyvin maastoon naamioituvia.

Mätästystarpeen laajuudesta antaa kuvaa Parkanon mhy:n toimesta tehdyt yksityismaiden maanmuokkaukset. Mätästys on ylittänyt äestysmäärän viime vuosina säännönmukaisesti. Kohteena ovat olleet paksukunttaiset ja soistuneet kankaat, uudistettavat turvemaat, viljyvät heinittyneet maat ja metsitettävät pellot. Suurta mätästysmäärää selittää ennen muuta alueen korkea soistuneisuus mutta myös mätästyksen halpa hinta, 990 mk/ha vuonna 1987. Halvan hinnan selityksenä puolestaan on yrittäjien korkea ammattitaito, turhia silottelematon työnjälki ja metsänhoitoyhdistyksen ja metsänparannushenkilöstön erinomainen yhteistyö.

KEHITTÄMISNÄKYMÄT

Mätästyksen suorittaminen ei vajaan 20 vuoden kuluessa ole valta-alueellaan Pohjois-Satakunnassa paljon muuttunut. Työ tehdään edelleen traktorikaivureilla. Teknisesti ne ovat tietenkin parantuneet. Menetelmänä on ojitusmätästys, kuopista mätästys on jäänyt pois. Mätästiheys on edelleen samaa luokkaa kuin alkuvaiheessa, noin 1200 kpl/ha. Ojaluisia on pyritty loiventamaan ja pientä muutosta on tapahtunutkin. Mätäskoko on pienentynyt ja niiden korkeus alentunut, ei kuitenkaan tarpeeksi. Myös naverot ovat edelleen liian suuria.

Kaivuriyrittäjät ovat eri puolilla maata olleet aktiivisia laitekehittelijöitä. Niinpä kauhan sivuille on kiinnitetty terät, jotka leikkaavat pientareeseen laikkuja taimien istutuspaikoiksi. On myös olemassa laikutusterä, joka voidaan nopeasti kiinnittää kauhan kärjeksi ja näin saada vähäiset kumparekohdat laikutetuksi konetta vaihtamatta.

Traktorikaivureiden ongelmana on, että ne etenevät pätkittäin ja työsaavutus siksi jää vähäiseksi (noin 1 ha/pv). Viime aikoina on alettu siirtyä kaivinkoneiden käyttöön. Niillä on parempi ulottuvuus ja näin ojaväliä voidaan suurentaa. Myös eteneminen on nopeampaa. Niiltäkin puuttuu silti jatkuvatoimisuus, joka sen sijaan on TTS-mätästäjillä ja laikkurimätästäjillä. Viimemainittujen ongelmana puolestaan on, etteivät ne poista liikavettä ja mättäiden laatukin on monesti puutteellinen.

Parina viime vuotena on tapahtunut merkittäviä muutoksia pääpuulajiemme hintasuhteissa. Pysyviksi osoittautuessaan ne aiheuttavat muutoksia mätästystoimintaan. Merkittävintä on koivun hinnan ja menekin paraneminen. Sitä korostaa männyn laatuvaatimusten kiristyminen. Myös kuusi on kuronut männyn etumatkaa selvästi. Nämä muutokset samoin kuin männyn epätydyttävä laatukehitys rehevillä mailla tuo puulajivalinnan uuteen valoon. Erityisesti kosteikoissa koivun rooli vahvistuu. Se vaikuttaa osin kuivatustarpeeseenkin. Hiestä liikavesi ei samalla lailla vaivaa kuin havupuuta. Näin kaikkia kuvioita ei tarvitse lainkaan kuivata. Sen runsas luontainen uudistuminen puolestaan eliminoi mätäiden tarpeen viljelyalustana. Näin naveroita ei aina tarvita.

Koivuun liittyy toinenkin kehitysnäkymä. Jalostus on sillä edennyt pisimmälle ja huippulajikkeita alkaa olla saatavissa. Jo nyt on kokemusta siitä, että koivu kasvaa hyvin mätäillä. Laaturauduksen viljelyä mätästysaloille puoltaa tarvittava vähäinen viljelytiheys. Raudus viihtyy myös ainakin ohuella turvepohjalla ja tiiviilläkin maalla, jos kuivatus on kunnossa ja maan ilmavuutta saadaan lisätyksi. Se on näin puulaji, joka hyötyy mätästyksestä täysimääräisesti (Raulo ja Rikala 1981).

Myös kuusen muokkaukseksi mätästys rehevillä kasvupaikoilla sopii. Kuusikaan ei tarvitse 1200 kpl/ha suurempaa viljelytiheyttä, jos viljely onnistuu hyvin ja luontaista täydennystä syntyy. Laatukehitys ei kuusella ole männyn tavoin ongelma, samaten se hyödyntää mäntyä paremmin mätäiden korkean ravinnetason. Mätäillä kuusen jurominenkin jää paljon tavanomaista vähäisemmäksi ja keväthallojen tuhot vähenevät. Näin viljelyn painopiste, vastoin Metsä 2000-ohjelman suositusta, muuttunee mätästysaloilla männystä kuuseen ja koivuun.

Mitä mätäille istutetaankin se tulee tehdä hyvin ja oikein. Istuttajan ei tule pelätä mätäitä vaan valita istutuspaikaksi korkein kohta. Sen kekomainen laki tulee tasata saappalla tai kuokan lappeella ja tarvittaessa tiivistää tai möyhentää. Istutus tulee tehdä verrattain syvälle, niin että taimi tulee tukevasti kiinni ja sen juuret mahdollisimman lähelle mätään pohjaa. Tyven tulee jäädä laakeaan syvennykseen, joka kerää sadeveden taimen tyvelle ja estää eroosion.

Monesti taimia joudutaan mättääseen istuttamaan kaksikin. Tällöin ainakin toinen tulee mättään luiskaan. Kaltevaan luiskaan sitä ei kuitenkaan saa sellaisenaan jättää vaan luiskaan tulee tasata samantapainen syvennys kuin laellekin. Näin taimen asema muodostuu mahdollisimman vakaaksi.

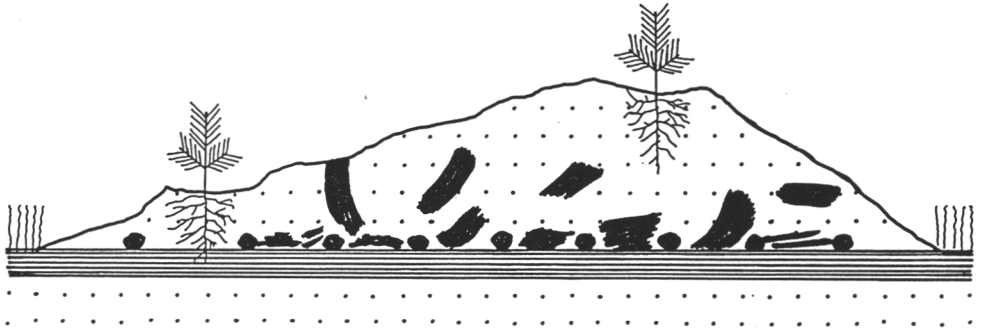
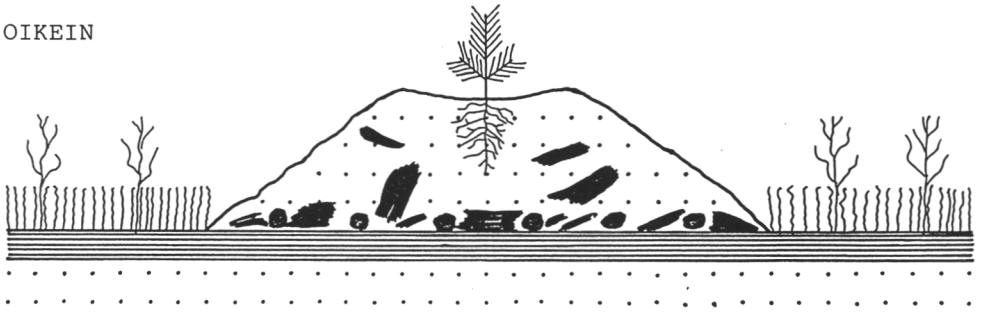
Kuvassa 1 piirroksella selvennetty oikea istutustapa ei mitenkään hidasta työtä. Se onnistuu oikein hyvin myös kourukuokalla. Pitää vain tietää mihin pyrkiä. Tavoitteena on saada taimi tankasti pystysuoraan ja juuret kohtuullisesti hajalleen oikeaan syvyyteen ja tiiviyyteen kuopan keskelle. Tähän päästään lyömällä kuokka reilusti 45° kulmaan, vetämällä kuoppa auki ja istuttamalla taimi vasemmalla kädellä (oikeakätiset) kuopan vasempaan pystysuoraan reunaan ja palauttamalla kuokkaa oikealla kädellä käyttäen maa takaisin kuoppaan juurten ympärille. Näin taimi saadaan vähin liikkein lähes kuopan keskelle pystysuoraan. Turhia polvistumisia ja muita rituaaleja on syytä välttää ja siirtyä nopealla harppauksella seuraavalle mättäälle.

BYROKRATIA POIS JA KUSTANNUKSET KURIIN

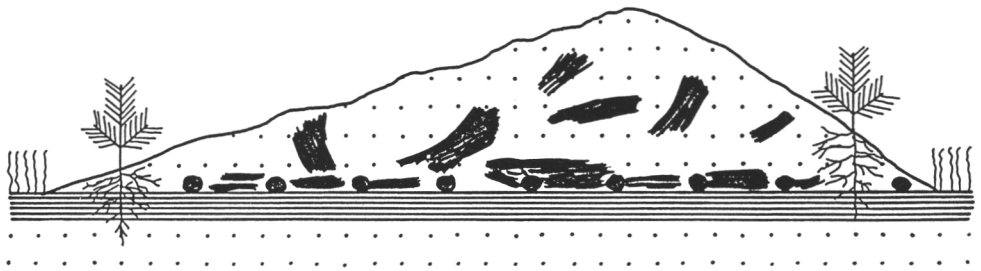
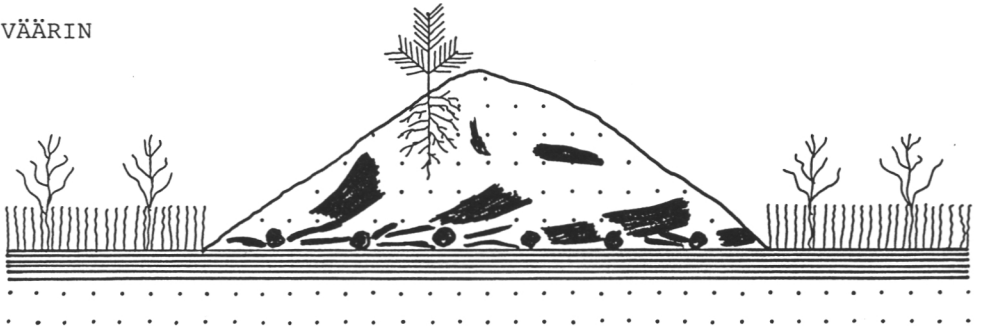
Suonkuivatus on perinteisesti ollut organisaatioltaan raskasta ja tempoltaan hidasta. Hankkeet ovat olleet suuria ja niiden toteuttaminen on saattanut kestää viisikin vuotta. Jatkossa ei ole aikaa odottaa suurhankkeiden syntymistä. Hankkeet ovat parhaimmillaan tilakohtaisia, mutta useimmiten vain uudistusala- ja leimikkokohtaisia. Ne on toteutettava metsänviljelyä viivyttämättä. Aikaa on käytettävissä vain yksi vuosi, hakkuualojen tekeytymiskesä. Sen aikana on tehtävä sekä kuivatus että muokkaus. Milloin alue mätästetään tulee se ja naverointi tehdä ojituksen yhteydessä ja samalla koneella toteutettavista organisaatioista riippumatta. Vain siten päästään hyväksyttävään kustannustasoon.

Kuivatustyön loppuun saattaminen on ollut jäämässä mätästäjien toteutettavaksi ja maksettavaksi. Samanaikaisesti kuivatushankkeista on ollut pulaa ja metsänparannusrahaa on jäänyt käyttämättä. Lainsäädännön uusiminen viime vuonna toi tilanteeseen useita parannuksia. Ensinnäkin omarahoitteisen kunnostusojituksen kus-

OIKEIN



VÄÄRIN



50 cm

Kuva 1. Istuttaminen mänttääseen. Ei aivan reunaan, ei kaltevaan luiskaan, vaan laakeaan syvennykseen vakaasti ja juuret riittävän syvälle luontaista asentoa tavoitellen. Mänttäiden pohjalla ilmavuutta lisäävää murrekkoa, muualla mänttäissä kivennäismaahan sekoitettua turvetta.

tannukset saa vähentää verotettavasta tulosta. Toiseksi kunnostus-
ojitus tuli myös metsänparannusrahoituksen piiriin. Kolmaskin
positiivinen muutos tapahtui. Piirimetsälautakuntien ja metsän-
parannuspiirien yhdistäminen metsälautakunniksi parantanee selvästi
yhteistyötä metsänparannushenkilöstön ja metsänhoitoyhdistysten
kesken. Pienten ojitushankkeiden suunnittelu onkin jo helpottunut
ja käsittely nopeutunut. Kaikesta huolimatta varsinainen mätästys
ja naverointi on edelleen metsänomistajan työtä (taulukko 1).

Kuivatussuunnitelmia tarvitaan paljon. Metsänparantajien täytyy
tulla mukaan myös pienhankkeisiin ja hoitaa osuutensa viivytykset-
tä. Lain sallima maksimimäärä mätästys- ja kuivatustöistä tulee
toteuttaa metsänparannusrahoituksella. Töiden tulee täyttää
vesilain vaatimukset. Tarpeeton suunnittelu ja totunnaiset muodot
tulee piensuunnitelmista mahdollisimman tarkoin poistaa ja lain-
säädäntöä tarvittaessa muuttaa. Tavoitteena tulee olla, ettei
yhden päivän maastosuunnittelu ja kolmen päivän konekaivuu vaadi
kohtuutonta virastovalmistelua ja tilan kiinnitystä.

KIRJALLISUUTTA

- Kinnunen, K. 1979. Eri taimilajien nenestyminen mätästetyllä
kivennäismaalla. Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 8.
- & Nerg, J. 1983. Istutustaimikoiden tila 11-12 vuotta
viljelystä Länsi-Suomen yksityismetsissä. Folia Forestalia
546.
- Laiho, O. 1979. Taimikehitys metsänhoitoyhdistysten mätästys-
aloilla. Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 8.
- 1984. Ongelmallisten metsänviljelykohteiden maanpinnan
valmistus. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 137:30-42.
 - 1985. Maanmuokkaus kivennäismaiden ongelma-alueilla.
Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 184:16-24.
- Leikola, M., Metsämuuronen, M., Räsänen, P. K. & Taimisto, E.
1977. Männyn viljelytaimistojen kehitys Lounais-Suomessa.
Folia Forestalia 312.
- Raulo, J. & Rikala, R. 1981. Istutettujen männyn, kuusen, ja
rauduskoivun taimien alkukehitys eri tavoin käsitellyllä
viljelyalalla. Folia Forestalia 462.

- Räsänen, P. K., Pohtila, E., Laitinen, E., Peltonen, A. & Rautiainen, O. 1985. Metsien uudistaminen kuuden eteläisimmän piirimetsälautakunnan alueella. Vuosien 1978-1979 inventointitulokset. Folia Forestalia 637.
- Soukainen, J. 1983. Maanmuokkauksen vaikutus männyn ja kuusen taimien elinympäristöön ja alkukehitykseen. Konekirjoite Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksella. 66 s.
- Toivonen, T. 1987. Varttuneiden mätästämällä muokattujen mäntytaimikoiden tila Koillis-Satakunnan yksityismetsissä. Konekirjoite Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksella. 82 s.
- Villanen, H. 1987. Taimien kehitys mätästetyillä männyn istutusaloilla Parkanossa. Konekirjoite Helsingin yliopiston metsänhoitotieteen laitoksella. 79 s.

Taulukko 1. Mätästysten mukanaolo ja kustannukset erilaisissa kuivatus- ja metsänviljelyhankkeissa.

Mo = metsänomistaja
Mhy = metsänhoitoyhdistys
Ml = metsälautakunta
Mp = metsänparannus
Yml = yksityismetsäläki

Tunnus	Mp-lain mukainen uudisojitus-hanke	Mp-lain mukainen metsäojituksen kunnostushanke	Mp-lain mukainen metsäojituksen kunnostushanke	Maatilatal. tulo-vero lain mukainen metsäojituksen kunnostushanke	Mp-varoin toteutettava metsänviljely-hanke	Yml:n 2 §:n mukainen ojitus-keelpoista alaa sisältävä viljely-hanke 1)	Yml:n 2 §:n mukainen viljely-hanke ilman ojitus-keelpoista alaa	Muu mätästys- ja ojitushanke
Suunnittelija	Ml (Mhy) 2)	Ml (Mhy) 2)	Mhy Mo	Mhy (Ml) 3)	Mhy (Ml) 3)	Mhy (Ml) 3)	Mhy (Ml) 3)	Mo
Hyväksyjä	Ml	Ml	Ml	Ml	Ml	Ml	Ml	-
Suunnittelukustannusten maksu	Mp-varjoista (Mo) 4)	Mp-varjoista (Mo) 4)	Mo	Mp-varjoista	Mo	Mo	Mo	Mo
Kesto suunnitteluyrityksestä toteutukseen	1 - 5 v	1 - 5 v	1 kk - 1 v	1 - 2 v	Viikosta vuoteen	Viikosta vuoteen	Viikosta vuoteen	Viiveitön
Hankkeen minimikoko	Yli 1000 mk (lainana)	Yli 1000 mk (lainana)	Ei ole	Ei ole	Ei ole	Ei ole	Ei ole	Ei ole
Mätästysten mukana-olomahdollisuus	Ei virallisesti	Ei virallisesti	Ei virallisesti	Ei virallisesti	On	On	On	On
Kuivatuskustannusten maksu	Mp-varjoista	Mp-varjoista	Mo	Mp-varjoista	Mo	Mo	Mo	Mo
Mätästyskustannusten maksu	Mo	Mo	Mo	Mp-varjoista	Mo	Mo	Mo	Mo
Kuivatuksen Mp-lainan vähennyskeelpoisuus verotettavasta tulosta	Ei	On	-	On 5)	-	-	-	-
Kuivatuksen Mp-lainakoron vähennyskeelpoisuus verotettavasta tulosta	On	On	-	On	-	-	-	-
Kuivatuksen omarahoitustuosuden vähennyskeelpoisuus verotettavasta tulosta	Ei	On	On	On 5)	Ei	-	-	Ei
Mätästyskustannusten vähennyskeelpoisuus verotettavasta tulosta	Ei	Ei	Ei	On 6)	Ei	Ei	Ei	Ei
Kuivatun pinta-alan verovapaus III-IV veroluokan suolla	On	Ei	Ei	On 7)	Ei	-	-	Ei

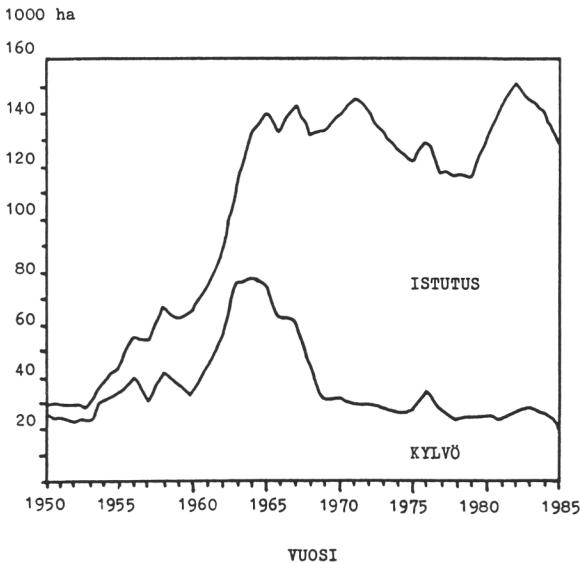
1) Tekemällä ojituskeelpoiselle alalle erillinen uudis- tai kunnostusojitus suunnitelma saadaan niiden edut, 2) Ml voi antaa pienten hankkeiden suunnittelun Mhy:n tehtäväksi, 3) Vain poikkeustapauksessa, 4) Jos Mhy suunnittelee niin maanomistaja maksaa, 5) Metsäojituksen kunnostuksessa, ei uudisojituksessa, 6) Koskee kuitenkin vain Mp-lainan korkoja, ei omarahoitusosuutta, 7) Uudisojituksen kunnostuksessa

MÄNNYN KYLVÖN ONNISTUMINEN ERI MENETELMIN

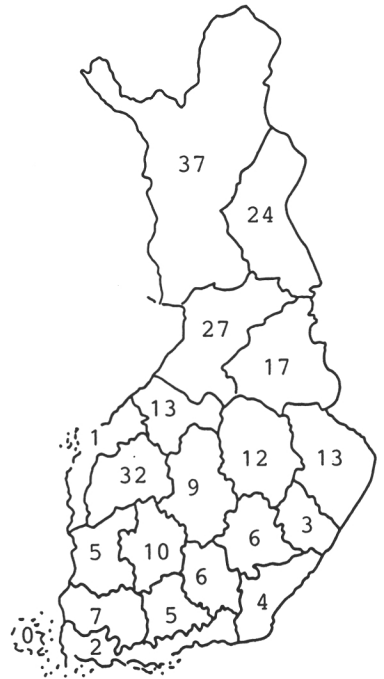
Kaarlo Kinnunen

Männyn vuotuinen kylvöala oli suurimmillaan 1960-luvun puolivälissä, jolloin se oli 75 000 ha (Metsätilastollinen vuosikirja 1986, 1987). Tällä hetkellä kylvöala on vakiintunut tasolle 25 000 ha/vuosi (kuva 1). Kylvön osuus v. 1985 oli 17 % koko viljelyalasta ja 22 % männyn viljelyalasta. Valtion mailla kylvöä käytettiin suhteellisesti eniten ja yhtiöiden mailla vähiten. Alueellisesti tarkasteltuna kylvöä käytettiin eniten Lapin metsälautakunnan alueella (kuva 2). Myös Etelä-Pohjanmaalla kylvöä käytettiin runsaasti, kun taas viereisellä Vaasan metsälautakunnan alueella kylvöä ei käytetty juuri lainkaan. Kylvön osuus yleensä kasvoi pohjoiseen siirryttäessä.

Seuraavassa esitetään ennakkotuloksia uusimmista männyn kylvökokeista keskittyen erityisesti kylvömenetelmiin.



Kuva 1. Vuotuinen metsänviljelyala 1950-1985.



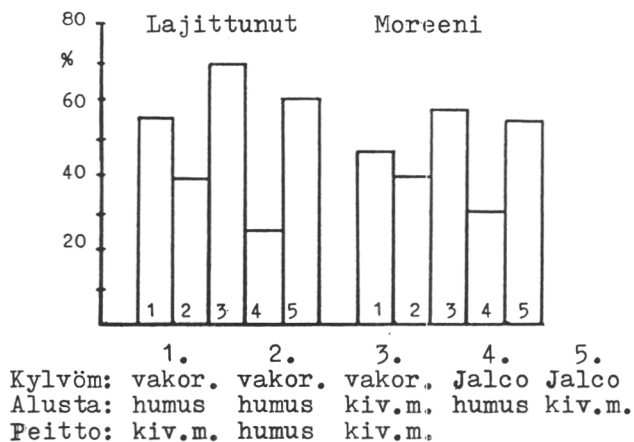
Kuva 2. Kylvön osuus metsänviljelyalasta (1985) metsälautakunnittain (%).

KYLVÖALUSTA JA SIEMENEN PEITTOAINE

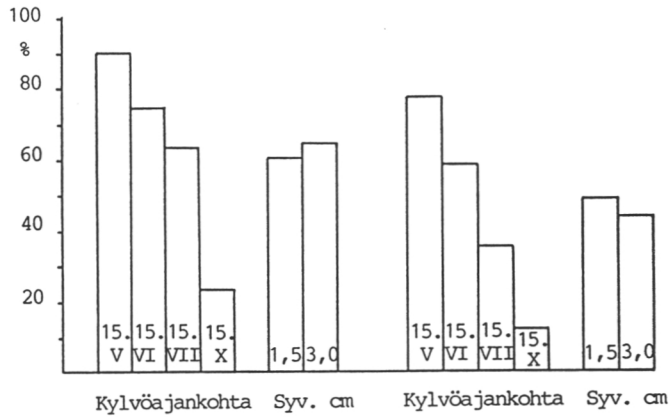
Kokeet (6 kpl) perustettiin vv. 1982-84 ja inventoitiin v. 1987. Kaikki kokeet perustettiin sekä lajittuneelle että moreenimaalle. Vertailtavina kylvöalustoina ja peittomateriaaleina olivat kivennäismaa ja maaton humus. Vaikka kokeissa esiintyi melko suurta vaihtelua, lopputulos oli varsin selvä. Kivennäismaa oli humusta parempi sekä kylvöalustana että siemenen peittomateriaalina (kuva 3). Tulos oli sama sekä lajittuneella että moreenimaalla, mutta lajittuneella ero oli suurempi.

KYLVÖAJANKOHTA JA -SYVYYS

Kokeet (6 kpl) perustettiin vv. 1983-84 ja inventoitiin neljännen kasvukauden jälkeen. Toukokuun puoliväli oli paras kylvöajankohta. Kylvötulos heikkeni asteittain kesäkuun ja heinäkuun puoliväliin siirryttäessä (kuva 4). Lokakuun puolivälissä tehty kylvö onnistui selvästi heikoimmin. Lajittuneella maalla 3 cm:n kylvösyvyys oli parempi kuin 1,5 cm, moreenilla päinvastoin. Kylvö onnistui lajittuneella maalla keskimäärin paremmin kuin moreenilla.



Kuva 3. Kylvöalustan ja peittomateriaalin vaikutus kylvön onnistumiseen.



Kuva 4. Kylvöajankohdan ja -syvyyden vaikutus kylvön onnistumiseen.

HAJAKYLVÖ

Hajakylvö tehtiin suunnattuna kylvönä lautasauran jälkeen (kuva 5). Kokeet (4 kpl) perustettiin 1986-87 ja inventoitiin 1987. Siemenmäärä oli 0,3 ja 0,6 kg/ha. Lisäksi tutkittiin reunametsän vaikutusta taimettumiseen. Kokeet inventoitiin tutkimalla puolen metrin mittaiselta muokkauskaistalta kahden metrin välein, oliko siinä taimia vai ei.

Reunametsäsiemennys todettiin varsin merkittäväksi taimettumislähteeksi (kuva 6). Reunametsäsiemennys + 0,3 kg kylvettyä siementä/ha antoi lajittuneella maalla varsin hyvän taimettumistuloksen. Siemenmäärän kaksinkertaistaminen paransi jonkin verran tulosta. Moreenilla hajakylvön onnistuminen oli selvästi heikompi kuin lajittuneella maalla.

RUUTUKYLVÖ

Ruutukylvö tehtiin kahdella eri menetelmällä:

- 1) Normaalissa ruutukylvössä siemenet (20-30 kpl/kylvöpiste) ripoteltiin lautasauran muokkausjälkeen ja painettiin kevyesti maahan.
- 2) Kantaraudakylvössä kylväjän kantaraudalla painettiin maahan viisi pientä (8 mm:n syvyistä) koloa, joihin siemenet (20 kpl)

HAJAKYLVÖ

NORMAALI
RUUTUKYLVÖ

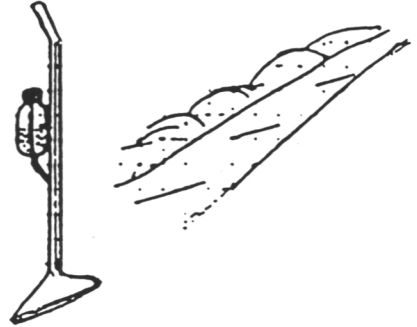
KANTARAUTAKYLVÖ



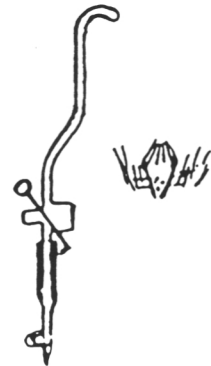
JALCO



MÄNNISTÖN RAUTA



TRATTISUOJAKYLVÖ

SUOJA-
KYLVOVAKOSUOJA-
KYLVO

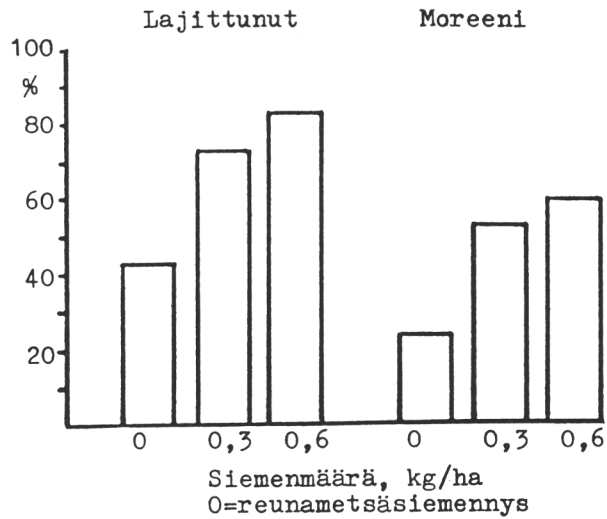
KÄPYKYLVO



KÄPYSUOJAKYLVO



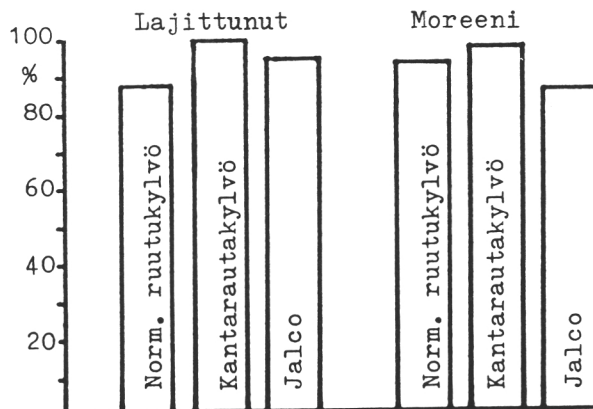
Kuva 5. Kylvömenetelmät.



Kuva 6. Taimellisten näytealojen osuus hajakylvössä.

kylvettiin ja peitettiin kevyesti maalla. Normaalista ruutukylvöä tutkittiin neljässä 1986-87 perustetussa kokeessa ja kantarautakylvöä kahdessa 1987 perustetussa kokeessa. Kaikki kokeet inventoitiin 1987.

Molemmat ruutukylvöt onnistuivat hyvin, kantarautakylvö kuitenkin molemmissa kokeissa paremmin kuin normaali ruutukylvö (kuva 7).



Kuva 7. Taimellisten kylvöpisteiden osuus ruutu- ja Jalco-kylvössä.

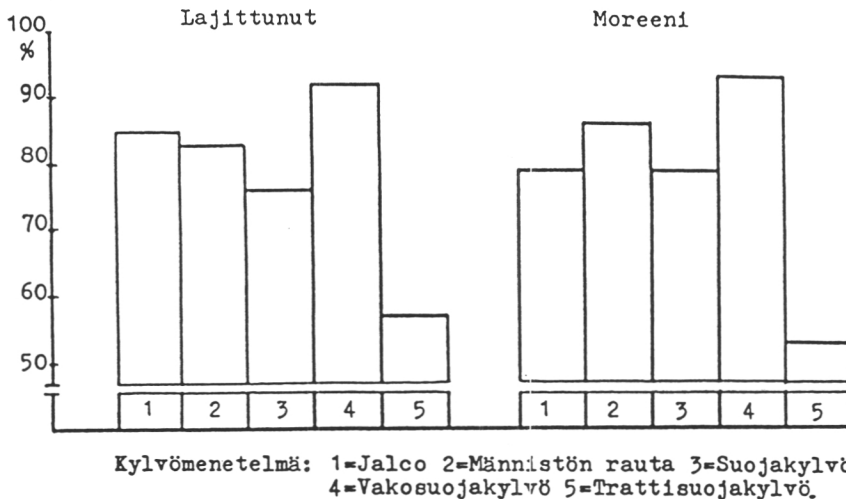
VAKOKYLVÖ

Vakokylvö tehtiin kahdella kylvölaitteella, Jalcolla ja Männistön raudalla. Jalcoissa on kahden lautasan muodostama kiekko, joka maata pitkin työnnettäessä pyörii tehden vakoa, johon siemenet putoavat varressa olevasta säiliöstä. Männistön rauta puolestaan toimii vakoraudan tapaan, mutta nopeuttaa työtä, koska siemeniä ei tarvitse erikseen kylvää, vaan ne varisevat vakoa lyötäessä varteen kiinnitetystä säiliöstä. Jalcoa tutkittiin 13 kokeessa ja Männistön rautaa 9 kokeessa, jotka perustettiin 1983-87 ja inventoitiin 1987. Siemenmäärä oli Jalcolla n. 15-20 ja Männistön raudalla n. 15 kpl/kylvökohta.

Myös vakokylvö onnistui hyvin; tulos oli varsin sama kuin ruutukylvössä. Lajittuneella maalla Jalcon ja Männistön raudan tulos oli lähes sama, moreenilla Männistön raudalla saatiin hieman parempi tulos (kuva 8).

SUOJAKYLVÖ

Tutkittavana oli kolme erilaista suojakylvömenetelmää. 1) Normaali suojakylvö (9 koetta) tehtiin suojakylvölaitteella lautasauran



Kuva 8. Taimellisten kylvöpisteiden osuus vako- ja suojakylvössä.

jälkeen. 2) Vakosuojakylvö (9 koetta) tehtiin lautasauran jälkeen vakoraudalla lyödyn vaon päälle samalla laitteella kuin normaali suojakylvö. 3) Ruotsalainen "trattisuojakylvö" (4 koetta) tehtiin muokkaamattomalle alustalle omalla kylvölaitteella. Myös suoja on erilainen kuin normaalissa suojakylvössä. Suoja- ja vakosuojakylvökokeet perustettiin 1983-87 ja inventoitiin 1987. Trattisuo- jakylvökokeet (4 kpl) perustettiin 1986-87 ja inventoitiin 1987. Suoja- ja vakosuojakylvössä siemenmäärä oli n. 10 siementä/suoja, trattisuo- jakylvössä 5-10 siementä/suoja.

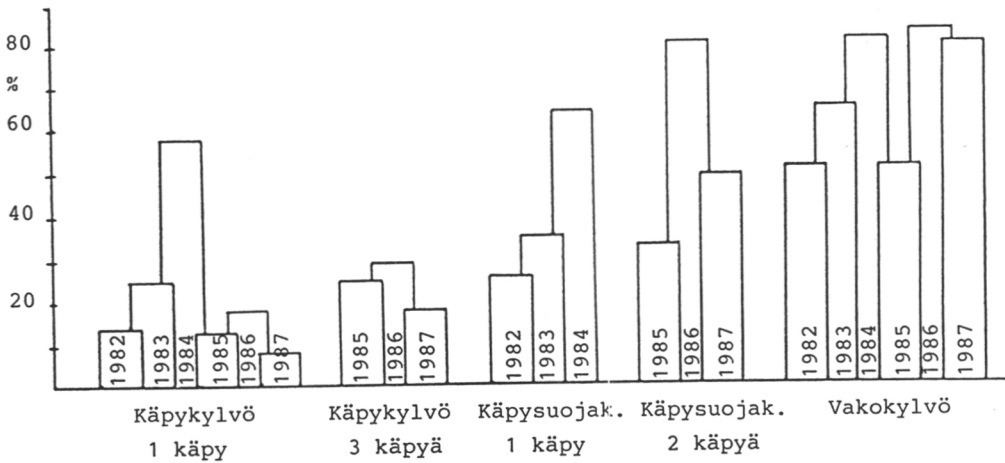
Vakosuojakylvö onnistui tasaisen varmasti kaikissa kokeissa. Myös normaali suojakylvö onnistui hyvin useimmissa kokeissa, mutta neljässä kokeessa kuitenkin selvästi heikommin kuin vakosuojakylvö. Keskimäärin normaalin suojakylvön tulos oli varsin sama kuin vakokylvön ilman suoja. Trattisuo- jakylvö muokkaamattomalla alustalla onnistui selvästi huonommin kuin muut suojakylvöt.

KÄPYKYLVÖ

Käpykylvökokeet (6 kpl) perustettiin 1982-87 ja inventoitiin 1987. Kokeiltavana oli eri kylvöajankohtia (toukokuun alusta kesäkuun alkuun), kappalemääriä (1-3 käpyä/kylvöpiste) ja suojan vaikutus onnistumiseen.

Kylvöajankohdalla ei ollut vaikutusta tulokseen, mutta jos käpy- kylvö halutaan tehdä välittömästi käpyjen keruun jälkeen, kylvö on tehtävä melko pian lumen sulamisen jälkeen, jotteivat kävyt ennätä avautua ja karistaa siemeniä. Varastoimalla käpyjä viile- ässä kylvöä voidaan tehdä ainakin kesäkuun alkuun saakka.

Eniten käpykylvön onnistumiseen näytti vaikuttavan kylvövuosi (kuva 9). Vuoden 1984 alkukesä oli erittäin lämmin, jonka seu- rauksena käpykylvö ilmeisesti onnistui hyvin. Kesä 1987 puolestaan oli kylmä ja sateinen. Tällöin käpykylvö onnistui huonoimmin. Näyttää siltä, että kylminä ja sateisina vuosina kävyt aukeavat hitaasti ja epätäydellisesti, koska ne imevät maasta kosteutta. Käpymäärän kolminkertaistaminen paransi tuloksen kaksinkertaiseksi. Myös suojan käyttö paransi sekä keskimääräistä tulosta että eri- tyisesti tasoitti huonojen kesien vaikutusta.



Kuva 9. Taimellisten kylvöpisteiden osuus käpy- ja vakokylvössä eri vuosina.

TARKASTELUA

Koska kokeet olivat varsin nuoria, tässä esitetyt tulokset eivät ole vielä lopullisia, vaan ne kuvaavat kylvön alkuvaihetta enimmillään kuudenteen kasvukauteen saakka.

Tehtäessä hajakylvö suunnattuna muokkausjälkeen päästiin tyydyttävään tulokseen paljon pienemmällä siemenmäärällä kuin hajakylvössä on totuttu.

Ensikokemukset kylväjän kantaraudalla painettuihin koloihin tehdystä kylvöstä olivat erittäin lupaavat. Jatkoseurantaa ja lisäkokeita kuitenkin tarvitaan menetelmän lopullisen arvon selvittämiseksi.

Jalco, Männistön rauta ja normaali suojakylvö sijoittuivat tuloksensa puolesta samaan ryhmään. Jalcon ja Männistön raudan etuna on suojakylvöä pienemmät kustannukset.

Vakosuojakylvöllä saatiin tasaisen hyvä kylvötulos. Haittana ovat korkeat kustannukset muihin kylvömenetelmiin verrattuna.

Trattisuojakylvöä ei näiden kokeiden perusteella voi suositella. Menetelmä oli epävarma ja kustannukset suhteellisen korkeat, vaikka muokkaus jääkin pois.

Käpykylvön käyttö on hankalaa, koska tulokset vaihtelevat suuresti vuosittain. Käpykylvölle saattaisi löytyä käyttöä lähinnä pienialaisista kylvöistä, kun ei vähän takia haluta hankkia siemeniä.

SIEMENTEN LAADUN TESTAAMINEN JA SIEMENERÄN KUNNOSTAMINEN

Eira-Maija Savonen

Siementen testaamisella saadaan tietoa siemenerän ominaisuuksista, kuten itävyydestä, kosteudesta, puhtaudesta jne. Tätä tarkoitusta varten otetaan edustava näyte siemenerästä. Käytettävät testaus-tavat riippuvat siitä, mistä siementen ominaisuuksista halutaan tietoja. Esim. siementen kaupan yhteydessä myyjän velvollisuutena on ilmoittaa siementen itävyys, tuhannen siemenen paino ja puh-tausaste. Käpyjen keruuta suunniteltaessa on oltava tietoa sie-menten tuleentumisasteesta. Pitkäksi aikaa varastoitavasta sie-menerästä on tiedettävä siemenerän puhtaus ja kosteus, mielellään myös rikkinäisten siementen määrä. Käpyjen karistuksen, lennin-siipien poiston ja kuivatuksen vaikutuksia siementen laatuun voidaan tutkia siemeniä testaamalla. Metsä- ja taimitarhakylvöjä suunniteltaessa on tiedettävä kylvettävän siemenerän itävyys ja tuhannen siemenen paino, jotta voitaisiin laskea siemenmenekki.

SIEMENTEN PUHTAUS JA TUHANNEN SIEMENEN PAINO

Määrittysten tekemisestä ja näytteen ottamisesta siemenerästä on seikkaperäiset ohjeet Metsähallituksen julkaisemassa monisteessa (Metsäpuiden siementen... 1980).

Puhtausmäärittystä tehtäessä siemenerästä otettu näyte jaetaan kolmeen osaan: 1) puhtaat siemenet (myös mm. tuleentumattomat, pienet, rypistyneet ja tautiset siemenet), 2) muut siemenet ja 3) roskat. Kunkin ryhmän paino punnitaan ja tulos ilmoitetaan paino-prosentteina. Puhtaiden siementen osuuden pitäisi olla 98-100 %, sillä siemenerässä olevat roskat haittaavat kylvölaitteiden toi-mintaa ja lisäävät varastoidun siemenerän kosteuspitoisuutta ja siten sieni-infektion mahdollisuutta siemenissä.

Tuhannen siemenen paino määritetään punnitsemalla kaksi sadan puhtaan siemenen erää. Tuhannen siemenen painosta voidaan päätellä kyseessä olevan siemenerän laatu. Mitä painavampia siemenet ovat sitä enemmän niissä on siemenvalkuaista ja sirkkataimien kasvuun-lähtö on ripeää.

ITÄVYYDEN MÄÄRITTÄMINEN

Siemenerän itävyys määritetään idättämällä siemeniä ns. Jacobsenin laitteessa, jossa olosuhteet voidaan säätää kunkin lajin siementen itämiselle optimaaliseksi. Männyn ja kuusen siementen idätyksessä lämpötila säädetään päiväajaksi (8 tuntia) + 30 °C:een ja yöajaksi (16 tuntia) + 20 °C:een. Myös jatkuvaa + 20 °C:n lämpötilaa voidaan käyttää (Metsäpuiden siementen... 1980). Normaali idätysajan pituus on 21 vuorokautta, jonka jälkeen lasketaan itäneiden siementen lukumäärä ja todetaan homeiden määrä idätysalustana käytetyllä imupaperilla. Myös itämättä jääneet siemenet on tutkittava tarkasti. Itämättömät siemenet halkaistaan, jolloin saadaan selville tyhjien siementen ja hyönteistoukkien sisältämien siementen osuus. Näistä siemenistä ei voi kasvaa taimea. Itämättömien siemenien joukossa on usein myös siemeniä, jotka syystä tai toisesta eivät ole normaalin idätysajan kuluessa itäneet, mutta ovat siitä huolimatta aivan terveennäköisiä, eläviä siemeniä. Kuolleet siemenet on helppo erottaa edellä mainituista, sillä niiden sisusta alkaa idätystestin kuluessa kosteuden ja lämmön vaikutuksesta mädäntyä.

Usein ollaan kiinnostuneita myös siemenerän itämistarmosta. Jos tämä halutaan määrittää, on itäneiden siementen lukumäärä laskettava ensimmäisen kerran jo seitsemän vuorokauden kuluttua idätyksen aloittamisesta. Itämistarmo ilmoittaa, kuinka monta prosenttia kaikista itäneistä siemenistä oli itänyt jo ensimmäisen viikon aikana. Hyvälaatuisen männyn siemenen itämistarmon tulisi olla yli 85 % ja kuusen siemenen yli 75 %.

SIEMENTEN RÖNTGENKUVAUS

Aina ei ole aikaa odotella idätystestin tuloksia; tuloksethan saadaan aikaisintaan kolmen viikon kuluttua idätyksen aloittamisesta. Varsinkin käpyjen keruun aloittamisesta päätettäessä tarvittaisiin tietoja siementen tuleentumisesta jo mahdollisimman aikaisin syksyllä.

Siemenen tuleentumisasteen ja alkion pituuden välisen korrelaation totesi Kujala vuonna 1927. Halkaisemalla siemen ja vertaamalla

alkion pituutta alkio-onteloon voidaan päätellä siemenen itämis-
kyky. Koska siementen avaaminen on työlästä ja hidasta, alettiin
röntgenkuvausta soveltaa siementutkimuksissa. Tarkastelemalla
röntgenkuvasta siementen alkiota ja siemenvalkuaista siemenet
voidaan jakaa eri kehitysluokkiin. Kutakin kehitysluokkaa vas-
taava itävyys on tiedossa, joten näiden tietojen perusteella
voidaan laskea siemenerän anatominen potentiaali. Anatominen
potentiaali ilmoittaa vastakerätyn, vahingoittumattoman siemenerän
odotettavissa olevan itävyyden standardiolosuhteissa.

Röntgenkuvasta saadaan tietoa paitsi siementen anatomisesta tu-
leentumisesta, myös hyönteisten toukkien tai jätösten täyttämien
ja tyhjien siementen määrästä.

Erilaisia kontrasteja lisääviä aineita käyttämällä voidaan röntgen-
kuvasta selvittää lisäksi kuolleiden ja rikkinäisten siementen
määrä (Simak 1980). Kuolleiden siementen osuuden selvittämiseksi
siementen annetaan imeä vettä itseensä, jonka jälkeen ne röntgen-
kuvataan. Elävät, kosteat siemenet näkyvät kuvassa vaaleina ja
niiden sisusta täyttää kokonaan siemenkuoren, eikä siemenen sisus-
tan yksityiskohtia pysty erottamaan kuvasta. Kuolleiden siementen
sisusta on joko kokoonlysähtänyt tai lievemmissä tapauksissa
siemenkuoren ja siemenvalkuaisen välissä näkyy tyhjää tilaa (Sahlén
ja Henriksson 1985). Rikkinäisten siementen määrä saadaan selville
pitämällä siemeniä muutamia tunteja kloroformihöyryssä ja röntgen-
kuvaamalla siemenet välittömästi tämän jälkeen (Simak 1980).
Kloroformi tunkeutuu siemeniin, joiden siemenkuori on rikki ja
reagoi siemenvalkuaisen solukon kanssa, jolloin röntgenkuvassa
näkyy siemeniä, joissa on vaaleita laikkuja. Myös bariumkloridia
ja natriumkloridia voidaan käyttää samassa tarkoituksessa, mutta
tällöin käsittelyaika on pidempi (Lestander 1987).

MUITA SIEMENTEN ELINVOIMAISUUTTA SELVITTÄVIÄ TESTEJÄ

Siementen elävyys voidaan todeta myös tetrazoliumtestin avulla
(MacKay 1972). Siemenet upotetaan vedessä liottamisen jälkeen
tetrazoliumkloridi- tai -bromidiliuokseen. Väritön liuos imeytyy
siemeniin, joissa se dehydrogenaasientsyymien toiminnan tuloksena
muuttuu punaiseksi, pysyväksi yhdisteeksi. Kuolleissa soluissa

ei ole entsyymitoimintaa, joten värimuutostakaan ei tapahdu. Tetrazoliumtestin haittapuolena on sen hitaus verrattuna röntgenkuvaukseen ja se, ettei käsiteltyjä siemeniä enää voida idättää ja näin saada vahvistusta tulkinnaltaan epäselviksi jääneissä tapauksissa.

Myös muiden entsyymien määrää ja aktiivisuutta voidaan käyttää hyväksi siementen elinvoimaisuutta tutkittaessa (Pehap 1983). Erityisesti männyn siementen elinvoimaisuuden toteamiseksi on Ruotsissa kehitelty ns. patteritesti, jossa vedessä likoavasta siemenestä ulos tihkuvien orgaanisten yhdisteiden (aminohapot, proteiinit, rasva-aineet) määriä tutkimalla pystytään toteamaan siementä vahingoittamatta siemenen fysiologinen tila (Pehap ja Nireus 1984).

SIEMENERÄN KUNNOSTAMINEN

Siemenerän kunnostamisella tarkoitetaan toimenpiteitä, joita käytetään ennen kylvöä tarkoituksena saada jokainen kylvettävä siemen itämään. Sopivien kunnostusmenetelmien valitsemiseksi on tiedettävä, mistä siemenerän heikko laatu johtuu. Tämä voidaan selvittää edellä kuvattuja testausmenetelmiä käyttäen. Siemenerää kunnostettaessa siitä poistetaan kaikki hyönteisten vaurioittamat ja tyhjät siemenet, rikkinäiset siemenet ja täydet, mutta kuolleet siemenet. Mikäli siementen itävyys ja/tai itämistarmo ovat heikentyneet, myös siementen elinvoimaisuutta pitäisi lisätä. Paras mahdollinen tulos saavutettaisiin, jos pystyttäisiin poistamaan myös siemenet, joista kehittyy epänormaali, elinkelvoton sirkkaimi. Toistaiseksi tämä ei kuitenkaan ole mahdollista.

RIKKINÄISTEN SIEMENTEN POISTAMINEN SIEMENERÄSTÄ

Siemenet vaurioituvat helposti käpyjen ja siementen mekaanisen käsittelyn aikana. Varsinkin lenninsiipien mekaanisen poiston yhteydessä siemenkuori menee helposti rikki. Paitsi päällepäin näkyviä vaurioita siemenissä voi olla myös siemenen sisällä olevia vaurioita, jotka jäävät esimerkiksi siemeniä mikroskoopilla tarkasteltaessa havaitsematta (Bergsten ja Wiklund 1987). Varsinkin,

jos siemenet ovat hyvin kuivia, alkio katkeaa helposti siementen käsittelyn yhteydessä (Lestander 1987). Myös siemenvalkuaiseen saattaa tulla murtumia.

Siemenissä olevat vauriot heikentävät siemenerän laatua. Mikäli rikkinäisistä siemenistä ylipäättään kehittyy sirkkataimia, niiden kehittyminen on heikkoa (Huss 1956, Nilsson 1963), varsinkin epäedullisissa itämisolosuhteissa (Bergsten ja Wiklund 1987). Rikkinäiset siemenet heikentävät siemenerän varastoitavuutta, koska niistä ulostihkuvat ravinteet parantavat sienten ja homeiden elinolosuhteita varastoiduissa siemenissä.

Rikkinäiset siemenet voidaan poistaa siemenerästä ns. PREVAC-menetelmää käyttäen. Paineen vaikutuksesta neste pääsee tunkeutumaan rikkinäisiin siemeniin nopeammin kuin ehjäkuorisiin siemeniin (Lestander ja Bergsten 1985). Näin ollen rikkinäiset siemenet uppoavat nopeasti. Ehjäkuoriset siemenet jäävät kellumaan nesteen pinnalle. Neste saadaan tunkeutumaan rikkinäisiin siemeniin paineen avulla tai sentrifugoimalla siemeniä nesteessä. Käyttökelpoisimmaksi menetelmäksi on kuitenkin osoittautunut alipaineen käyttö. Siemenet pannaan nesteeseen, useimmiten veteen, tyhjiöastiaan, jossa ne seulan avulla pidetään upoksissa. Astiaan vedetään alipaine, jolloin rikkinäisissä siemenissä oleva ilma tunkeutuu ulos siemenistä. Kun normaali ilmanpaine palautetaan astiaan, neste pääsee helposti tunkeutumaan rikkinäisiin siemeniin, jotka uppoavat. Koko käsittely ei kestä muutamaa minuuttia kauempaa. Nesteen pinnalle kellumaan jäävät ehjäkuoriset siemenet kerätään talteen, kuivataan ja tarpeen vaatiessa varastoidaan. Tähänastisten kokemusten mukaan PREVAC-käsittely ei ole vaikuttanut haitallisesti siementen varastoitavuuteen (Bergsten ja Wiklund 1987).

TÄYSINÄISTEN, KUOLLEIDEN SIEMENTEN POISTAMINEN

Täysinäiset, kuolleet siemenet saadaan poistetuksi siemenerästä ns. IDS-menetelmää käyttäen. Menetelmä perustuu havaintoon, että kuolleet siemenet luovuttavat kuivattaessa sisältämänsä kosteuden huomattavasti nopeammin kuin elävät siemenet (Simak 1981). Kuivien siementen annetaan imeä itseensä vettä, jolloin niiden tiheys

kasvaa. Kun tämän jälkeen kosteita siemeniä kuivataan tietty aika, elävien siementen tiheys jää suuremmaksi kuin kuolleiden siementen tiheys. Syntynyt tiheusero tekee mahdolliseksi erotella toisistaan elävät ja kuolleet siemenet. Eroteltavat siemenet pannaan nesteeseen, jossa elävät siemenet tiheydeltään suurempina uppoavat ja kuolleet siemenet jäävät kellumaan erottelunesteen pinnalle (Simak ym. 1985).

Imeyttämisvaiheessa siemeniä pidetään esimerkiksi muovipussissa, johon on lisätty niin paljon vettä, että siementen kosteuspitoisuudeksi tulee noin 40 %. Muovipussissa siemeniä pidetään 3 - 4 vuorokautta 15 °C:n lämpötilassa. Siementen hapentarpeesta tänä aikana on huolehdittava esimerkiksi niin, että siemeniä käännellään pussissa ja pussin suu avataan tuulettamista varten muutaman kerran imeyttämisvaiheen kuluessa (Simak ym. 1985).

Imeyttämisvaiheen jälkeen aloitetaan siementen kuivaus, jonka aikana lämpötila ei saisi kohota 25 °C korkeammaksi. Lisäksi siementen olisi hyvä olla liikkeessä (Simak ym. 1985). Kuivausajan pituus vaihtelee kahdesta kuuteen tuntiin kunkin siemenerän ominaisuuksista riippuen. Sopivanpituisten kuivausajan valitsemiseksi kuivattavista siemenistä otetaan säännöllisesti pieni näyte-erä, joka pannaan erottelunesteeseen. Mikäli uponneiden siementen prosentuaalinen osuus vastaa etukäteen testien avulla selvitettyä elävien siementen prosentuaalista osuutta, kuivatus lopetaan.

Männyn siementen erottelussa erottelunesteinä voidaan käyttää vettä. Vajaasti tuleentuneiden männyn siementen tiheys on kuitenkin usein niin pieni, että niitä on vaikea saada erotelluksi vedessä, sillä myös elävien siementen tiheys laskee nopeasti jo lyhyen kuivausajan kuluessa. Myös kuusen siementen erottelussa joudutaan usein käyttämään veden sijasta jotain muuta erottelunestettä (Simak ym. 1985). Sopivan erottelunesteen valitsemiseksi siementen tiheys olisi hyvä tarkistaa ennen IDS-menetelmän käyttöönottamista.

SIEMENTEN ELINVOIMAISUUDEN LISÄÄMINEN

Siementen elinvoimaisuuden lisäämiseksi on olemassa useita eri menetelmiä. Pinus ja Picea sukujen siementen elinvoimaisuutta on

onnistuttu lisäämään esimerkiksi vetyperoksidin, rikkihapon ja gibberelliinin (Pitel ja Wang 1985), kaliumnitraatin (Bergman 1960) ja kostutusaineiden (Surber 1961) avulla.

Yksinkertaisin menetelmä lisätä siementen elinvoimaisuutta on upottaa ne korkeintaan 24 tunniksi veteen (Karlberg 1953). Itävyyttä parantavat muutokset, jotka tänä aikana tapahtuvat, häviävät, mikäli siemenet kuivataan uudelleen. Ainoastaan kevyt pintakuivatus voidaan tehdä myönteistä vaikutusta hävittämättä. Tämä elinvoimaisuuden lisäämismenetelmä sopii näinollen vain heti kylvettävien siementen käsittelyksi.

Myös IDS-käsittelyn imeyttämisvaiheessa siementen elinvoimaisuus lisääntyy. Kun siemeniin imeytyy vettä, niissä alkaa tapahtua palautumattomia muutoksia: monet entsyymit aktivoituvat, aineenvaihduntaan liittyvät prosessit alkavat toimia, solujen jakautuminen alkaa jne. Nämä muutokset jäävät pysyviksi, vaikka siemenet tämän jälkeen kuivattaisiin uudelleen varastointikosteuteen.

Ruotsissa on keskitytty kehittämään IDS-menetelmän imeyttämisvaihetta tavoitteena nimenomaan siementen elinvoimaisuuden lisääminen. Parhaat tulokset on saatu aikaan pitämällä siemeniä sylinterissä, jonka avoimet päät on suljettu ilmaa ja vesihöyryä läpäisevällä kalvolla (Bergsten ja Simak 1985). Sylinteri pannaan tilaan, jossa ilman suhteellinen kosteus on lähes 100 % ja lämpötila 15 °C. Siementen kosteuspitoisuus käsittelyn aikana on 25 - 30 % (Bergsten 1987). Näissä olosuhteissa siemeniä pidetään 1 - 3 viikkoa. Tämän ajanjakson loppupuolella siementen kosteuspitoisuus nostetaan 40 %:iin, jotta IDS-käsittelyn tekeminen onnistuisi.

Vajaastituleentuneiden männyn siementen käsittelyssä paras tulos on saatu, kun siemeniä on 15 °C:een sijasta pidetty 4 °C:een lämpötilassa (Simak ym. 1985). Alhaista lämpötilaa joudutaan käyttämään myös silloin, jos siemenet eivät siemenlevon takia ole itämiskykyisiä.

Vajaastituleentuneiden siementen elinvoimaisuutta on onnistuttu lisäämään myös polyetyleeniglykoli-käsittelyllä (Simak 1976). Sekä itävyys että itämistarmo ovat lisääntyneet ja myös siementen kyky itää epäedullisissa olosuhteissa. Polyetyleeniglykoliliuok-

sessä siemeniä pidetään 15 °C lämpötilassa 11 - 20 vrk (Simak ja Bergsten 1987). Siemenet jäävät kellumaan nesteen pinnalle, koska liuoksen tiheys on suurempi kuin veden. Käytännön menetelmäksi tämä on runsaasti tilaa vaativana epäkäytännöllinen.

Kaikissa edelläkuvatuissa siementen elinvoimaisuutta lisäävissä menetelmissä siementen itämiseen liittyvät elintoiminnot alkavat kontrolloiduissa olosuhteissa. Itäminen ei kuitenkaan jatku niin pitkälle, että sirkkajuuri tunkeutuisi ulos siemenkuoresta. IDS-menetelmän imeyttämisvaiheessa tämä estyy siementen liian alhaisen kosteuspitoisuuden vuoksi. Polyetyleeniglykoli-käsittelyssä puolestaan liuoksen suuri osmoottinen paine estää sirkkajuuren pääsyn ulos siemenkuoresta.

LOPUKSI

Meillä Suomessa myyntiin menevistä siemeneristä tehdään yleensä vain pakolliset itävyuden, puhtauden ja tuhannen siemenen painomääritykset. Mikäli siemenerä on laadultaan korkealuokkainen, useampia määrityksiä ei ole tarpeenkaan tehdä, mutta jos siementen itävyys on todettu heikoksi ja itämistarmo alhaiseksi, siemenerä olisi tutkittava tarkemmin, jotta saataisiin selville, mistä siemenerän heikko laatu johtuu. Monipuolisen testauksen avulla saadaan tietoja, joiden perusteella voidaan päättää, mihin siemenerän kunnostustoimenpiteisiin voidaan ryhtyä.

KIRJALLISUUTTA

- Bergman, F. 1960. Försök att öka gröningsenergin och grobarhet hos skogsfrö. Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift 58:15-36.
- Bergsten, U. 1987. Incubation of Pinus sylvestris L. and Picea abies L.(Karst.) seeds at controlled moisture content as an invigoration step in the IDS method. Väitöskirja. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture. 98 s.
- & Simak, M. 1985. Frövitalitet och vitalisering. Summary: Vigour and invigoration of seeds. Sveriges skogsvårdsför-

- bunds tidskrift 1:65-74.
- & Wiklund, K. 1987. Some physical conditions for removal of mechanically damaged Pinus sylvestris L. seeds by using the PREVAC method. Scandinavian Journal of Forest Research 2:315-323.
- Huss, E. 1956. Om barrskogsfröets kvalitet och andra på såddresultatet inverkanande faktorer. Summary: On the quality of forest tree seed and other factors affecting the sowing result. Meddelanden från statens skogsforskningsinstitut 46(9). 59 s.
- Karlberg, S. 1953. Om behandling av tall- och granfrö i gröningsstimulerande syfte. Summary: Treatment of pine and spruce seed to stimulate germination. Kungliga skogshögskolans skrifter 11:1-42.
- Kujala, V. 1927. Untersuchungen über den Bau und die Keimfähigkeit von Kiefern- und Fichtensamen in Finnland. Seloste: Tutkimuksia männyn- ja kuusensiemenen rakenteesta ja itäväisyydestä Suomessa. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 12(6). 106 s.
- Lestander, T. 1987. Konsten att göra kott- och fröanalyser. Institutet för Skogsförbättring. Intern rapport 174. 16 s.
- & Bergsten, U. 1985. PREVAC - en metod för att avlägsna mekaniskt skadat frö. Summary: PREVAC - a method for removal of mechanically damaged seeds. Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift 1:35-42.
- MacKay, D.B. 1972. The measurement of viability. Teoksessa: Roberts, E.H. (toim.) Viability of Seeds. Chapman and Hall LTD, London. 448 s.
- Metsäpuiden siementen käsittely ja analyysiohjeisto. 1980. Moniste. Metsähallitus. 19 s.
- Nilsson, P.O. 1963. Studier över mekaniska skador av tallfrö. Summary: Studies of mechanical injuries on pine seed (Pinus sylvestris L.). Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift 1:57-95.
- Pehap, A. 1983. A method for quantitative estimation of peroxidases and various other enzymes in forest seed homogenates on filter paper. 20th ISTA Congress, Ottawa, June 17-25, 1983. 15 s.
- & Nireus, G. 1984. A "Battery Test" on exudates for individual germinating seeds. Sveriges lantbruksuniversitet,

- Institutionen för skogsskötsel. Arbetsrapporter 5. 10 s.
- Pitel, J.A. & Wang, B.S.P. 1985. Physical and chemical treatments to improve laboratory germination of western white pine seeds. *Canadian Journal of Forest Research* 15(6):1187-1190.
- Sahlén, K. & Henriksson, G. 1985. Frötesting i samband med konditionering. Summary: Testing of seeds to be conditioned. *Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift* 1:13-22.
- Simak, M. 1976. Germination improvement of Scots pine seeds from circumpolar regions using polyethylene glycol. *Proc. 2nd International Symposium on Physiology of Seed Germination, Japan, 1976. IUFRO, Working Party S2.01.06.* s. 145-153.
- 1980. X-radiography in research and testing of forest tree seeds. *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel. Rapporter* 3. 34 s.
 - 1981. Bortsortering av matat-dött frö ur ett fröparti. Summary: Removal of filled-dead seeds from a seed bulk. *Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift* 5:31-36.
 - & Bergsten, U. 1987. Sortering och vitalitetshöjning av frö. *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogsskötsel. Arbetsrapporter* 17. 24 s.
 - Lönneborg, A.-M. & Bergsten, U. 1985. Bortsortering av ej produktivt frö ur ett parti. Summary: Removal of non-productive seeds from a bulk. *Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift* 1:45-55.
- Surber, E. 1961. Über die Wirkung von Netzmitteln (grenzflächenaktiven Stoffen) auf die Keimung von Fichtensamen. Summary: Effect of detergents (surface active agents) on the germination of Norway spruce seeds. *Eidgenössische Anstalt für forstliche Versuchswesen* 37(5):355-370.

Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja

- No. 1 Eero Paavilainen ja Veikko Koskela. Parkanon tutkimusasema 1961—1970. 1972.
- No. 2 Eero Paavilainen ja Seppo Kaunisto. Männyn koneellinen istutus Mara-istutuskoneella verrattuna käsinistutukseen avosuon metsityksessä. 1973.
- No. 3 Tutkimuspäivän esitykset. 1976.
- No. 4 Seppo Kaunisto. Alkkian kenttäkokeet 1961—1975. 1976.
- No. 5 Kaarlo Kinnunen. Kylvö- ja istutusajankohdan vaikutus kennotaimien alkukehitykseen. 1977.
- No. 6 Kaarlo Kinnunen. Männyn kylvömenetelmien vertailua. 1977.
- No. 7 Tutkimuspäivän esitykset. 1978.
- No. 8 Tutkimuspäivän esitykset. 1979.
- No. 9 Tutkimuspäivän esitykset. 1980.

Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja

- No. 94 Tutkimuspäivän 1982 esitelmät. 1982.
- No. 108 Kaarlo Kinnunen ja Ilkka Laurila. Erialaisten männynntaimien juuriston ja verson alkukehitys karuhkolla moreenimaalla. 1983.
- No. 116 Hannu Raitio. Hypoteesi männynntaimien kasvuhäiriöiden synnystä taimitarhoilla ja kivennäismailla. 1983.
- No. 137 Metsäntutkimuspäivä Porissa 1983. 1984.
- No. 144 Seppo Kaunisto. Alustavia tuloksia kasvuhäiriöisten männynntaimien kehityksestä suonpohjan turpeella. 1984.
- No. 177 Seppo Kaunisto. Metsityskokeet Kihniön Aitonevalla. 1985.
- No. 184 Metsäntutkimuspäivä Seinäjoella 1984. 1985.
- No. 202 Seppo Kaunisto ja Kaarlo Kinnunen. Taimilajin ja taimitarhalla todetun kasvuhäiriön vaikutus männyn taimien alkukehitykseen maastossa. 1985.
- No. 215 Kaarlo Kinnunen. Männyn kylvötuppaiden harventamisesta. 1986.
- No. 225 Hannu Raitio ja Eero Tikkanen. Nuorten mäntyjen kalsium- ja magnesiummatalouden häiriö kuivalla kankaalla. 1986.
- No. 235 Metsäntutkimuspäivä Tampereella 1985. 1986.
- No. 236 Seppo Kaunisto, Kaarlo Kinnunen, Sulo Lehtinen, Kalle Nevanranta ja Jorma Tukeva. Alkkian kenttäkokeet 1961—1986. 1986.
- No. 270 Metsäntutkimuspäivä Porissa 1986. 1987.

Tiedonantoja on saatavissa tutkimusasemalta (39700 Parkano, puh. 933-2912).

ISBN 951-40-1003-5
ISSN 0358-4283